

Universitat de Lleida  
Escola Tècnica Superior  
d'Enginyeria Agrària



## RECONSTRUCCIÓN HISTÓRICA Y TIPIFICACIÓN DE LOS INCENDIOS FORESTALES EN EL PREPIRINEO CENTRAL Y OCCIDENTAL DE ARAGÓN



Alumno: Miguel Ángel Lázaro Palacios

Tutor: Domingo Molina Terrén

Cotutor: Mónica Bardají Mir (D.G.A)

Trabajo Práctico Tutorado de Ingeniería Técnica Forestal

Diciembre – 2009

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar mi agradecimiento a todas las personas y entidades que me han apoyado en el desarrollo de este trabajo a lo largo del último año con el aporte de información, consejo e ideas.

Difícil es nombrar cada uno de vosotros pero de forma general y en primer lugar quiero resaltar mi agradecimiento a los compañeros y amigos de la Dirección General de Gestión Forestal del Gobierno de Aragón por su interés y ayuda incondicional, a los miembros del Grupo de Apoyo al Director de Extinción y los respectivos equipos de incendios de los Servicios Provinciales de Zaragoza y Huesca.

Especial reconocimiento al CMT de Aragón, La Rioja y Navarra de AEMet, por su fabulosa acogida y trato sin olvidar la valiosa información aportada al trabajo. También a la profesora Paloma Ibarra del Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio de la Universidad de Zaragoza por la serie de imágenes cedida en la primera fase del proyecto.

A Mónica, por su fuerza, confianza e ilusión por el trabajo bien hecho.

Mi agradecimiento al profesor Ricardo Blanco y miembros del tribunal por las merecidas correcciones y el rigor de sus aportaciones.

## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	Las regiones de clima mediterráneo: problemática de los incendios forestales.....	2
1.2.	Grandes incendios forestales y meteorología.....	2
1.3.	Los incendios en el Prepirineo Central y Occidental Aragonés .....	3
1.4.	Antecedentes.....	4
1.4.1.	Reconstrucción de incendios forestales históricos .....	4
1.4.2.	Meteorología y comportamiento del fuego.....	5
1.4.3.	Distribución temporal de los grandes incendios .....	7
2.	OBJETIVOS.....	11
3.	MATERIAL Y MÉTODOS .....	13
3.1.	Área de estudio y factores estructurales.....	14
3.1.1.	Ámbito territorial .....	14
3.1.2.	Topografía .....	15
3.1.3.	Geomorfología.....	15
3.1.4.	Red hidrográfica .....	16
3.1.5.	Vegetación.....	16
3.2.	Área de estudio y factores climáticos.....	19
3.2.1.	Ámbito climático .....	19
3.2.2.	Precipitación .....	20
3.2.3.	Temperatura .....	23
3.2.4.	Viento .....	24
3.2.5.	Humedad relativa .....	24
3.2.6.	Situaciones sinópticas .....	25
3.3.	Caracterización individual de los incendios históricos .....	27
3.4.	Fases de trabajo .....	28
	Fase I. Documentación y análisis de los incendios.....	29
	Fase II. Localización y digitalización de las zonas incendiadas.....	31
	Fase III. Recopilación y tratamiento de la información meteorológica y sinóptica .....	34
	Fase IV. Análisis de relaciones entre factores climáticos–meteorológicos y estructurales ...	37
4.	RESULTADOS .....	43
4.1.	Caracterización climática .....	44
4.1.1.	Precipitación .....	44
4.1.2.	Temperatura .....	48
4.1.3.	Viento .....	53
4.2.	Caracterización de los incendios forestales en el área de estudio.....	55
4.3.	Generación de la cartografía de áreas quemadas.....	58
4.4.	La ventana meteorológica y la reconstrucción global del incendio. ....	60

4.5.	Relaciones entre los factores estudiados .....	64
4.5.1.	Análisis multivariante .....	64
4.5.2.	Influencia de las condiciones sinópticas .....	69
4.5.3.	Factores intrínsecos al incendio .....	72
4.6.	Clasificación de incendios según factores de propagación principales.....	74
5.	DISCUSIÓN GENERAL.....	80
6.	CONCLUSIONES .....	85
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	87
8.	ANEXOS.....	93



## RELACIÓN DE IMÁGENES

Figura 1. Promedio del número de días de tormenta entre abril-septiembre para el período 1996-2008 (Aemet)

Figura 2. Evolución de la superficie quemada y el número de incendios para el período 1968-2009

Figura 3. Estacionalidad de frecuencia del nº incendios forestales (izquierda) y superficie quemada (derecha) durante el período 1991-2008

Figura 4. Principales causas de los incendios en Aragón en el período 1991-2008 (Base de Datos EGIFW)

Figura 5. Términos municipales enmarcados en el área de estudio

Figura 6. Grandes unidades de paisaje que componen la zona de estudio

Figura 7. Mapa de zonificación de las principales formaciones vegetales dentro del área de estudio

Figura 8. Distribución geográfica de las precipitaciones medias anuales (Atlas climático de Aragón)

Figura 9. Rosa de 16 direcciones de las trayectorias seguidas por 556 tormentas detectadas en el Valle Medio del Ebro. Castro et al (1989)(izquierda). Mapa de rayos del día 25 de Julio de 2006 (origina 2 de los incendios estudiados en el entorno de los Montes de Zuera) en el que se muestra la trayectoria suroeste-noroeste seguida por la tormenta (Aemet) (derecha)

Figura 10. Temperatura media anual (Atlas climático de Aragón)

Figura 11. Frecuencia estacional de cada tipo de tiempo en el período 1970-1984 (Del Valle, 1996)

Figura 12. Frecuencia mensual de los tipos de tiempo agrupados por afinidad en el período 1970-1984 (Del Valle, 1996)

Figura 13. Esquema explicativo del desarrollo de la fase I

Figura 14. Esquema explicativo del desarrollo de la fase II

Figura 15. Esquema explicativo del desarrollo de la fase III

Figura 16. Observatorios meteorológicos considerados para el área de estudio

Figura 17. Esquema explicativo del desarrollo de la fase IV

Figura 18. Clasificación de los años por el total pluviométrico

Figura 19. Distribución estacional de las precipitaciones en el período 1992-2008

Figura 20. Gradiente térmico anual de las estaciones de primer orden

Figura 21. Temperatura media anual (°C) y media móvil de 5 años para el período 1970-2008

Figura 22. Temperaturas máximas estacionales en el área de estudio (Atlas climático de Aragón)

Figura 23. Temperaturas mínimas estacionales (Atlas climático de Aragón)

Figura 24. Temperatura media de las máximas ( $T_{mMax}$ ), temperatura media de la mínimas ( $t_{mMin}$ ) y media móvil de 5 años para el período 1970-2008

Figura 25. Velocidad media mensual del viento incluyendo calmas

Figura 26: Frecuencia anual (%) de la dirección del viento en Monflorite, Zaragoza, (series 1990-2008) y Sos del Rey Católico (serie 2000-2008) de la dirección de viento

Figura 27. Evolución de la superficie quemada y el número de incendios en la zona de estudio para el período 1968-2009

Figura 28. Número de incendios y superficie quemada agrupados por tamaño en la zona de estudio

Figura 29. Mapas de frecuencia y gravedad de incendios mayores a 25 ha en la zona de estudio

Figura 30. Incendios superiores a 25 ha y superficie quemada por municipios en el período 1967-2009

Figura 31. Cartografía de incendios forestales del período 1967-2009

Figura 32. Mapas isobáricos de la presión a nivel del mar para los días 23 y 24 de agosto de 1994 (Aemet)

Figura 33. Reconstrucción del perímetro y localización de la zona de inicio del GIF de Paternoy el 21 de agosto de 1994

Figura 34. Diagrama de Scree. Muestra el número de componentes posibles frente a los valores propios

Figura 35. Factor de rotación. Carga factorialmente sobre los ejes de modo que se facilite la interpretación

Figura 36. Diagrama de dispersión de los factores rotados. Aparecen agrupados aquellos incendios forestales que son mayormente explicados por cada componente principal los factores rotados

Figura 37. Distribución de incendios históricos según la agrupación realizada por la técnica de componentes principales

Figura 38. Porcentaje de la superficie afectada por los incendio para cada tipo de tiempo y situación sinóptica

Figura 39. Clasificación de la superficie afectada (izquierda) y número de incendios (derecha) para cada situación sinóptica

Figura 40. Distribución de incendios históricos según la clasificación de condiciones sinópticas

Figura 41. Distribución de incendios históricos según la dirección de propagación principal

Figura 42. El mosaico representa la clasificación de los incendios estudiados agrupados en clases según la superficie quemada, la dirección de propagación principal y el coeficiente de forma

Figura 43. Combinación de variables que explican el proceso de tipificación de incendios históricos

Figura 44. Esquema explicativo del proceso de tipificación seguido

Figura 45. Tipología de incendios forestales en el Prepirineo central y occidental de Aragón

## RELACIÓN DE TABLAS

Tabla 1. Superficie de las principales formaciones vegetales dentro del área de estudio

Tabla 2. Porcentaje mensual de los tipos de tiempo agrupados por afinidad en el período 1970-1984 (Del Valle, 1996)

Tabla 3. Relación de imágenes utilizadas

Tabla 4. Clasificación de situaciones sinópticas, sinopsis y características (vide, 2005)

Tabla 5. Variables sinópticas y meteorológicas utilizadas en el estudio

Tabla 6. Variables de relieve y vegetación utilizadas en el estudio

Tabla 7. Matriz de clasificación del peso de la intervención en el incendio forestal

Tabla 8. Variables intrínsecas del propio incendio

Tabla 9. Intervalos de precipitación para distintas clasificaciones (datos en milímetros)

Tabla 10. Años clasificados como muy secos en el área de estudio. Hace referencia a la zona que representa el observatorio y mínimos pluviométricos registrados (en **negrita** mínimo absoluto de la serie)

Tabla 11. Años clasificados como muy húmedos en el área de estudio. Hace referencia a la zona que representa el observatorio y máximos pluviométricos registrados (en **negrita** máximo absoluto de la serie)

Tabla 12. Temperatura media ( $T_m$ ) mensual y anual ( $^{\circ}\text{C}$ )

Tabla 13. Medias mensuales y anual ( $^{\circ}\text{C}$ ) de las temperaturas máximas.

Tabla 14. Medias mensuales y anual ( $^{\circ}\text{C}$ ) de las temperaturas mínimas

Tabla 15. Clasificación anual según los registros máximos de temperatura en cada uno de los observatorios del área de estudio para el período 1970-2008

Tabla 16. Clasificación anual según los registros mínimos de temperatura en cada uno de los observatorios del área de estudio para el período 1970-2008

Tabla 17. Relación de GIF en el área de estudio y superficie quemada para el período 1967-2009 según las características termo-pluviométricas del año

Tabla 18. Relación de incendios reconstruidos en el área de estudio para el período 1967-2009

Tabla 19. Mapas sinópticos de superficie y altura a las 00 y 12 UTC del día de inicio del GIF de Paternoy (Aemet)

Tabla 20. Informe de las componentes principales mediante análisis factorial

## **RELACIÓN DE ANEXOS**

ANEXO 1. Estructura de la Base de datos de incendios históricos de Aragón

ANEXO 2. Evolución de la información contenida en los partes de incendios a lo largo de las cuatro décadas de estudio

ANEXO 3. Incendios forestales de superficie afectada superior a 100 ha en Aragón

ANEXO 4. Superficie quemada y número de incendios en Aragón en el período 1968-2009)

ANEXO 5. Estacionalidad de frecuencia de los incendios forestales (1996-2008)

ANEXO 6. Causalidad de los incendios forestales en el período 1996-2008)

ANEXO 7. Relación de estaciones termopluviométricas y pluviométricas

ANEXO 8. Casificación Sinóptica

ANEXO 9. Relación de incendios de superficie superior a 25 ha en el área de estudio

ANEXO 10. ANEXO FOTOGRÁFICO

## RESUMEN

El fuego forestal es a día de hoy la mayor perturbación que sufre el ecosistema mediterráneo, causando grandes pérdidas ambientales, económicas y generando una gran alarma social. El régimen de estas perturbaciones ha cambiando en los últimos años hacia incendios forestales de grandes proporciones, con velocidades de propagación extremas e intensidades que superan a la capacidad de trabajo de los sistemas de extinción. Para orientar la gestión forestal y como herramienta de planificación durante la extinción es imprescindible caracterizar el contexto espacio-temporal en que se desarrollan los incendios forestales más destructivos, analizar su recurrencia y definir su comportamiento.

Se presenta el proceso de reconstrucción y caracterización de las superficies incendiadas en el Prepirineo Central y Occidental de Aragón en el periodo comprendido entre 1967 y 2009. De un total de 161 incendios superiores a 25 ha ha sido posible la reconstrucción de 108, entre los que destacan 22 grandes incendios forestales. Partiendo del profundo análisis histórico de los incendios forestales en el área de estudio se establecen las bases que permiten identificar las diferentes tipologías de incendios en función de un factor dominante en la propagación. Se analizan las características topográficas y de vegetación de las zonas quemadas, su dirección de propagación y se codifican los parámetros meteorológicos (sinópticos y mesoescalares) de cada uno de los incendios.

Esta información ha permitido realizar la *Base de Datos Incendios Históricos de Aragón* en la que se organiza la información disponible en los partes de incendio, los registros meteorológicos y mapas sinópticos así como la cartografía generada en el proceso de reconstrucción.

El análisis estadístico, la codificación de situaciones sinópticas y la caracterización de los factores intrínsecos del propio incendio han permitido la tipificación, identificando zonas homogéneas dentro del área de estudio vinculadas a un factor de propagación análogo. Este hecho es de especial trascendencia en términos de conocimiento aplicado a la gestión ya que facilita la identificación y conocimiento del riesgo intrínseco bajo unas condiciones concretas.

## **1. INTRODUCCIÓN**

## **1.1. Las regiones de clima mediterráneo: problemática de los incendios forestales**

Los incendios forestales son procesos naturales que, sin la actuación del hombre, se originarían por rayos, vinculados a las tormentas secas y estacionalidad del clima propias de los sistemas mediterráneos, creando discontinuidades en las masas forestales.

Estos incendios han ido ocurriendo durante miles de años, conviviendo con el ser humano y el resto de la naturaleza, modelizando lo que en nuestros días entendemos como paisaje mediterráneo, y propiciando las formaciones y biodiversidad que hoy conocemos, adaptada y con gran capacidad de respuesta frente a perturbaciones.

El hombre, integrado en el ecosistema natural ha sido dependiente de los recursos naturales y los ha ido modificando según sus necesidades, extrayendo a medida que su población se incrementaba mientras la naturaleza producía más recursos para su uso y disfrute de forma casi ilimitada. La agricultura, la ganadería, el fuego y el consumo de leñas han constituido explotaciones tradicionales que han llegado a cambiar el régimen de perturbaciones en muchos de nuestros paisajes.

El abandono de los usos históricos, tanto de cultivos como de los aprovechamientos tradicionales del monte, han propiciado la consolidación de grandes superficies forestales continuas, con importantes cargas de combustible disponible que, unido a unas condiciones meteorológicas adversas, dan lugar a un tipo de incendios inalcanzables para los sistemas de extinción convencionales. Todo ello justifica que, en la actualidad, los grandes incendios forestales (en adelante GIF) son los principales gestores de nuestras masas forestales.

Podríamos decir que los incendios forestales han ocurrido en el pasado y seguirán ocurriendo en el futuro. No es razonable, ni tampoco posible, la eliminación de los incendios forestales del ecosistema mediterráneo. La eliminación parcial o temporal de los incendios forestales puede generar incendios más destructivos (Pausas y Vallejo, 2008). El verdadero éxito en la gestión de estos sistemas mediterráneos asociados al fuego, está en la coexistencia de la manera más sostenible posible con los incendios forestales, fomentando una gestión encaminada a aumentar la capacidad de respuesta del monte a perturbaciones, y no solo a la modificación de su combustible, y considerando los procesos ecológicos y sociales.

## **1.2. Grandes incendios forestales y meteorología**

A efectos estadísticos entendemos como tales aquellos incendios cuya superficie calcinada es superior a 500 ha y en términos operacionales o durante la gestión de la extinción se denomina a aquellos fuegos que muestran de manera sostenida un comportamiento que se escapa a la capacidad del sistema de extinción, en los que el rápido crecimiento exige habilidad en el análisis del incendio e identificar oportunidades de ataque al mismo, y un conocimiento previo del patrón propagación que permita definir una eficaz estrategia de ataque (Martínez et al, 2002).

El fenómeno de los incendios forestales en Aragón viene sufriendo en los últimos años un constante incremento en porcentaje de los GIF. Concretamente, en las dos últimas décadas, menos del 0,5% del número de incendios forestales han supuesto más del 80% de la superficie quemada.

En países como el nuestro, en el que se disponen de potentes sistemas de extinción, estos incendios solo pueden desarrollarse bajo condiciones topográficas, de combustible o meteorológicas especialmente favorables al fuego, actuando a escalas temporales y espaciales diversas.

De forma general, se puede decir que la orografía determina un riesgo local y permanente, el combustible un riesgo regional y periódico y la meteorología un riesgo general y episódico. La perpetuidad del riesgo derivado del relieve y el carácter acumulativo derivado de la vegetación, permiten una primera aproximación al peligro de incendio para las jornadas sucesivas. Aun así,



serán las condiciones meteorológicas muy concretas las que determinan buena parte de la actividad del fuego, incluyendo la generación de grandes incendios (Montserrat, 1998).

En el momento que los factores meteorológicos favorables al fuego (altas temperaturas, sequía, bajas humedades relativas o viento) se extreman o se combinan entre sí, aparecen los denominados *períodos críticos de fuego* (Pyne, 1984).

Dada la gran diversidad de causas y focos de ignición, y dado también que un incendio necesita, además de un tiempo atmosférico favorable al mismo, cierto contexto de inflamabilidad y continuidad del combustible, es de esperar que, si bien la mayoría de los GIF se producen durante períodos críticos de fuego, no todos los períodos críticos implicarán grandes incendios (Montserrat, 1998).

### 1.3. Los incendios en el Prepirineo Central y Occidental Aragonés

En el contexto aragonés, es posible identificar paisajes donde la gravedad de los incendios ha abierto heridas que, poco a poco, con ayuda de la mano del hombre o de la capacidad reestructuradora de la naturaleza, han quedado inadvertidas con el paso del tiempo, como si allí nada hubiese ocurrido.

En la Comunidad Autónoma de Aragón, el Prepirineo (tanto oscense como zaragozano) junto con el Maestrazgo de Teruel son las dos grandes áreas más afectadas históricamente por este fenómeno, tanto en términos de recurrencia como en severidad. Para ambos lugares, el desarrollo de fenómenos convectivos acompañados de aparato eléctrico son frecuentes, especialmente en verano, cuando los vientos terrales del suroeste y el efecto Foëhn generado tras el paso por las elevaciones del Sistema Ibérico de los vientos que recalientan la zona, dan lugar a los peores episodios de GIF (Figura 1). Entre éstos destaca el gran incendio de Villarluego en 1994 con casi 30.000 ha quemadas, o el episodio más reciente Teruel, durante la última semana de julio de 2009, en el que ardieron unas 10.000 ha en siete incendios de forma simultánea en el centro de la provincia.

Ejemplos semejantes se encuentran en el Prepirineo Aragonés, que también sufre los riesgos derivados de los “días críticos de fuego”. En este territorio, los factores estructurales propios de la *montaña media submediterránea* (temperaturas y precipitaciones medias, pendiente, exposición, composición y estructura de la vegetación, etc.), junto a los factores de tipo coyuntural cuya participación se restringe a momentos muy concretos del instante previo y post incendio (actuación antrópica, cambio de viento, lluvia durante el incendio, etc.), han contribuido a crear y dar forma a cada uno de los incendios que se originan, con resultados bien distintos.

Así, los GIF que se produjeron en 1994 en Uncastillo y San Juan de la Peña o más recientemente, el gran incendio de los Mallos de Riglos de 2001, todavía quedan en el recuerdo de muchas personas, trabajadores y voluntarios, en archivos de prensa o televisión. Retrocediendo un poco más, a la década de los ochenta, todavía habrá quienes podrán recordar importantes incendios en la Guarguera o en los Montes de Luna.

Pese a que pueda parecer fuera de contexto, los incendios de los Montes de Zuera también se engloban en este estudio. Su inclusión ha sido ganada a “pulso” por su larga historia en cuanto a número y diversidad de incendios, analogía de algunos de ellos a otros identificados del Prepirineo y su conformación de macizo forestal aislado, que permite comparar otras zonas. A estos factores, se suma el vínculo personal del autor con algunos de los grandes incendios forestales acaecidos en este macizo forestal.

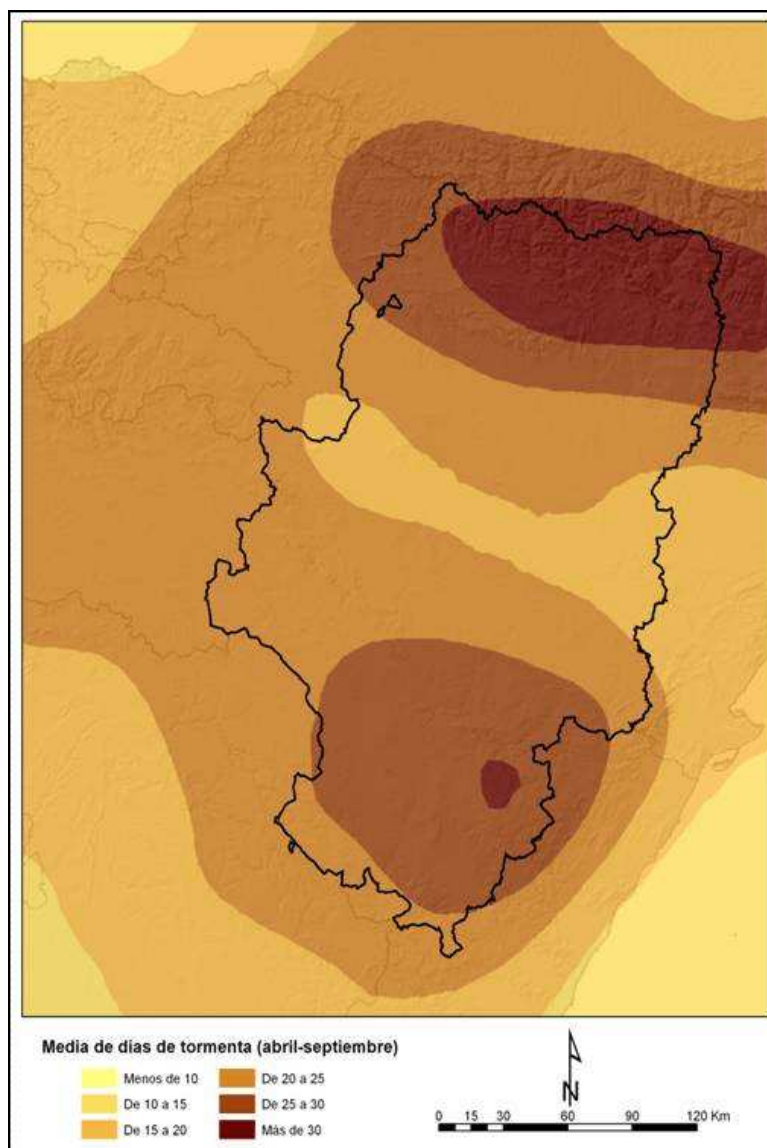


Figura 1. Promedio del número de días de tormenta entre abril-septiembre para el período 1996-2008 (Aemet)

## 1.4. Antecedentes

En el contexto del estudio que se lleva a cabo se destacan algunos antecedentes, que se describen en los apartados que sigue, de forma estructurada o secuencial y acorde al proceso de trabajo que se ha llevado a cabo. Se revisan fundamentalmente la situación previa y trabajos realizados en el contexto aragonés, en materia de reconstrucción de incendios forestales históricos, análisis, evaluación y reconstrucción de áreas quemadas, incidencia de la meteorología en el comportamiento del fuego y distribución temporal de los GIF.

### 1.4.1. Reconstrucción de incendios forestales históricos

La reconstrucción de los incendios forestales históricos y la evaluación de la superficie quemada constituyen elementos imprescindibles para una mejor comprensión del fenómeno en una zona determinada y, por tanto, son realmente útiles y aplicables tanto en la planificación y ejecución de las labores prevención y combate de los incendios, así como la ulterior restauración del territorio afectado.

Sin embargo, tradicionalmente no se ha dado mucha importancia a la generación de cartografía de los puntos de inicio, áreas quemadas y el análisis de lo realmente sucedido en términos de propagación y comportamiento del fuego, por parte de las administraciones responsables en la materia. Tan sólo en aquellos incendios de gran magnitud, en los que era necesaria una valoración de los daños más detallada, para acometer las complejas labores de restauración, se procedía de forma sistemática en tal sentido.

Por ello la metodología empleada se basaba en el trabajo de campo, mediante la realización de transectos y elaboración de croquis sobre un mapa de la zona quemada, lo que daba una visión bastante limitada del perímetro del incendio aun cuando, ya más recientemente, se utilizaban helicópteros o fotografías aéreas con tal fin.

El sistema de "GPS" nace en 1973 y queda oficialmente declarado como funcional en 1995. Es un sistema que inicialmente se desarrolló con enfoque de estrategia bélica pero a través de los años el gobierno de Estados Unidos decidió permitir el uso al público en general con ciertas limitaciones de exactitud. El GPS permite generar cartografía, realizar mediciones o posicionar puntos concretos de forma precisa y relativamente cómoda, lo cual ha tenido una incidencia directa en la gestión de la información relativa a incendios forestales. A ello hay que sumar las inquietudes por mejorar el conocimiento del fenómeno, para afrontar su combate con la contundencia y seguridad que demanda la sociedad moderna, cuyos valores han ido evolucionando en el sentido de requerir mayores niveles de protección del medio ambiente, y por ende, de minimizar las consecuencias de los incendios forestales, considerados como una de las principales amenazas de los montes.

La situación ha ido evolucionando con el paso del tiempo, y comienza a haber registro de los siniestros acontecidos en las últimas décadas en España y Aragón, y si bien se cuenta con una estadística oficial en la materia, como se describe en el apartado 3.3, todavía en la actualidad, la reconstrucción de los incendios forestales en términos cartográficos sigue siendo muy deficiente.

#### **1.4.2. Meteorología y comportamiento del fuego**

La incidencia de la meteorología en el comportamiento de los incendios forestales es un aspecto de importancia capital para procurar una correcta gestión de los mismos. Como se adelantaba anteriormente, de los factores que explican el comportamiento del fuego, la meteorología puede destacarse como el más complejo, en el sentido de que es sumamente cambiante (a diferencia de la topografía y el combustible) y no siempre es fácilmente predecible a medio plazo, como tampoco lo es su interacción con los factores topográficos locales.

#### ***1. Índice de riesgo meteorológico de incendios forestales para Aragón***

Con el objetivo de crear una herramienta de predicción de las condiciones meteorológicas adversas desde el punto de vista de la ignición y propagación de los incendios forestales, en 1996 se estableció un Acuerdo entre el Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón y el Centro Meteorológico Territorial (CMT) de Zaragoza, del Instituto Nacional de Meteorología (hoy AEMet), para la elaboración, validación y puesta en operación de un nuevo Índice Combinado de Riesgo de Incendios Forestales.

Se partió de los datos disponibles en la Base Estadística de Incendios Forestales en Aragón que, cruzados con base climatológica existente en CMT, para hacer una primera zonificación de la Comunidad Autónoma de Aragón con regiones climáticas afines en cuanto a incendios forestales y elaborar un índice combinado de riesgo de incendios forestales, englobando cuatro resultados parciales:

- Índice de Ignición
- Factor de propagación
- Índice de peligrosidad
- Imagen de seguimiento

Este índice, que reemplazó en Aragón al que venía remitiendo el Ministerio en términos de riesgo y probabilidad de ignición, se ha ido testando y mejorando con el paso de los años, a la vez que se complementaba con predicciones específicas de tormentas y observación de los rayos caídos en el día previo. Más recientemente, la colaboración se ha extendido a través de estudios concretos de persistencia de las variables térmicas y de incidencia de los rayos en el origen de incendios forestales en Aragón.

A su vez, la contratación de servicios meteorológicos ajenos disponibles en los últimos años, ha permitido disponer de herramientas de predicción probabilísticas, que ofrecen una información complementaria a la facilitada por AEMet, entre otros, de predicción de ocurrencia de GIF, permitiendo disponer en la actualidad de un espectro de información meteorológica más amplio y dirigido a las necesidades que presenta la gestión del fenómeno.

## **II. El comportamiento del fuego y los incendios tipo**

El estudio de incendios históricos, su caracterización y clasificación en función de unos determinados esquemas de propagación es trabajo que ya se ha realizado en algunas zonas concretas e incluso a nivel autonómico. Tal es el caso de Cataluña, en que desde el año 2003, se utiliza una metodología propia en la que las coincidencias entre los incendios, bien en función del episodio sinóptico meteorológico o de un relieve en concreto, se utilizan para categorizarlos en *Incendios Tipo*. La concreción en un territorio de estos incendios tipo bajo situaciones sinópticas determinadas se traduce en el concepto de *incendio de diseño* (Castellnou et al, 2009).

Hasta el momento, el estudio de los incendios forestales en Aragón ha ido dirigido principalmente al estudio estadístico y la elaboración de índices de riesgo o gravedad. Los incendios históricos no se han valorado desde la óptica del comportamiento del fuego o, cuando se ha hecho, ha sido de forma aislada con algún fenómeno concreto. Por ello, no ha sido posible hasta la fecha extraer conclusiones globales en términos de comportamiento del fuego, que permitieran aproximarse a la definición de incendios tipo en Aragón. La *Reconstrucción histórica y tipificación de los incendios forestales en el Prepirineo central y occidental de Aragón* pretende ser el punto de partida de un estudio mucho más amplio que cubra las necesidades en este aspecto a nivel regional.

La observación de la serie histórica de incendios permite distinguir aquellos incendios de especial importancia e intentar desentrañar someramente las circunstancias de comportamiento del fuego que se produjeron, pero no así extraer conclusiones globales. Asimismo se puede intuir cierto período de transición con incremento del número de conatos (pequeños incendios de menos de una hectárea), en que se acentúa el hecho de que cada vez menos incendios generan la mayor parte de la superficie quemada, posiblemente como consecuencia de la eficacia de los operativos de extinción (lo que se conoce como el dominio de los incendios de alta intensidad, en los regímenes de fuego); ahora bien no se ha realizado ningún estudio en que, mediante la reconstrucción en profundidad de lo sucedido, en términos de superficie afectada y la contribución del comportamiento del fuego a la misma (particularmente la meteorología), se puedan establecer relaciones y concluir pautas o patrones de incendio.

La oportunidad de generar una cartografía de incendios para los últimos 40 años, su categorización y la identificación de las situaciones meteorológicas que expliquen su comportamiento, en un área concreta de Aragón, va a permitir discriminar aquellas zonas en que, bajo unos factores de topografía y vegetación análogos, se repite un tipo de *incendio característico*.

### 1.4.3. Distribución temporal de los grandes incendios

#### *I. El conocimiento de los Incendios Forestales en España*

En España, como en tantos otros lugares, el fuego ha tenido históricamente un papel decisivo en la configuración del paisaje, especialmente en las áreas rurales. Las quemas, al igual que las talas o el pastoreo, han permitido transformar terrenos forestales para uso agrícola y ganadero.

En las últimas décadas, se han desarrollado políticas y normativas a todos los niveles (comunitarios, nacionales y autonómicas) que, con ánimo de conservar los recursos naturales y la biodiversidad, han establecido limitaciones al empleo controlado del fuego, limitando por ende el tipo de perturbaciones que –de forma controlada– se producían sobre el paisaje y fomentando la homogeneización del mismo. A su vez, los factores estructurales vinculados a la evolución del contexto socioeconómico en el medio rural y a los cambios de uso derivados, han contribuido a la configuración de un paisaje (escenario del GIF) más susceptible, contribuyendo a agravar el problema de los incendios forestales en España.

La constancia y conocimiento de esta evolución se puede apreciar a través de la Estadística General de los Incendios Forestales en España (EGIF). El sistema estadístico creado por la Administración española es considerado como la más antigua y completa base de datos de incendios forestales de Europa y representa una experiencia pionera en el mundo (MMA, 2008). Dispone de datos de incendios forestales desde 1961, aunque no es hasta 1968 cuando se normaliza la información registrada, creándose como tal la EGIF. En la actualidad, esta gran fuente de datos se ha adaptado a los sistemas informáticos modernos, y se denomina EGIFW.

Las comunidades autónomas nutren la información precisa para integrarla en la EGIF, a través de los partes de incendios. Es el Ministerio de Medio Ambiente (que se reservó tales competencias de coordinación en materia estadística durante el proceso de transferencias), el que recopila, verifica y custodia toda la información a nivel nacional.

Esta información comprende datos tanto del propio incendio (fechas, horas, causa, localización, recursos intervinientes, etc.), como de los montes afectados (tipo de vegetación, superficies, daños causados, etc.), si bien no dispone de registro cartográfico asociado.

#### *II. Cuatro décadas de incendios forestales en Aragón*

Desde la década de los sesenta, la actual Dirección General de Gestión Forestal del Gobierno de Aragón viene actualizando la EGIF cada año, con la información recibida de los tres Servicios Provinciales de Medio Ambiente. De este modo, se conocen los incendios que se han producido históricamente. La fiabilidad de la información contenida en la EGIF ha ido aumentando en los últimos años, a la par que se ha dispuesto de recursos más adecuados para recabarla (estaciones meteorológicas, GPS, etc.), de tal modo que, se puede decir, que desde mitad de la década de los noventa, se conoce de forma muy ajustada las características de los incendios que se han producido. Por el contrario, los datos anteriores a la década de los 90 pueden contener errores o imprecisiones, puesto que quedan omitidos muchos incendios no detectados o simplemente no anotados, que en su momento se infravaloraban por su poca superficie o por encontrarse en montes particulares.

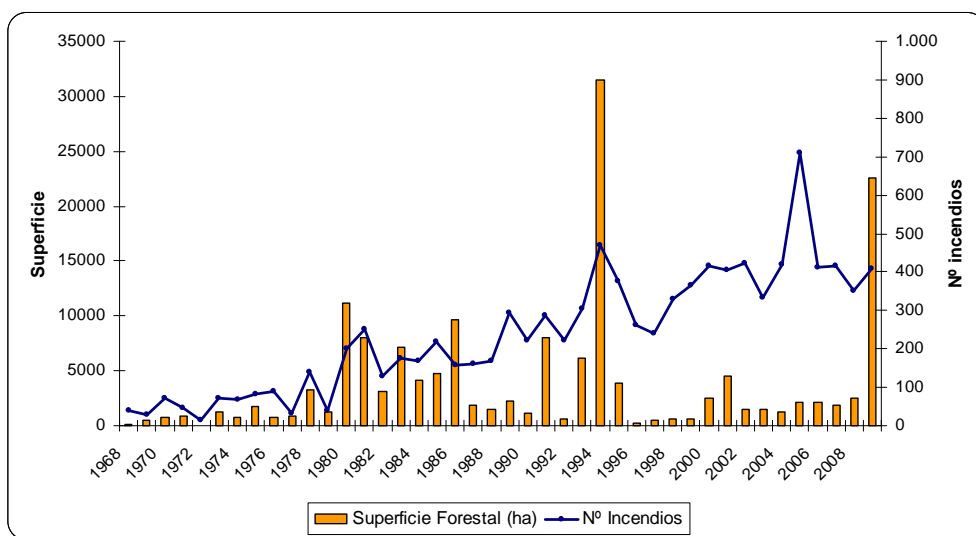
A partir de la EGIF se elaboran memorias estadísticas anuales en las que se recopilan y analizan los parámetros de frecuencia, magnitud, tipos de superficies, causas y motivaciones... Las memorias anuales además recogen desde el año 1996 información meteorológica y un análisis de las actuaciones de gestión en la materia realizadas durante el año.

A partir del año 2000 comienzan a digitalizarse los primeros incendios, los más importantes, pero no es hasta el año 2006 cuando se establece la primera cartográfica anual de perímetros

incendiados y puntos de inicio para la Comunidad Autónoma de Aragón. El archivo de áreas quemadas aporta una valiosa información del contexto espacio-temporal en que se desarrollan, que unido a la centralización del gran volumen de datos que genera el propio incendio (EGIFW), permitiendo analizar éste fenómeno con una visión más gráfica e intuitiva, de forma global.

Al objeto de contextualizar la situación en la materia en Aragón, se indican algunas cifras en términos de número de incendios, superficie, estacionalidad o causalidad.

Más de ciento sesenta mil hectáreas (161.606) afectadas por un total de incendios que sobrepasa los diez mil (10.302) entre 1968 y 2009 son las cifras globales que resumen el fenómeno en Aragón, conforme a la EGIF<sup>1</sup>. Del análisis de la serie histórica y su evolución se infiere que los incendios forestales no constituyen un peligro nuevo, pero si un fenómeno que persiste e incluso se incrementa en la historia más reciente. Esta progresión en número de incendios es tal, que llega incluso a duplicarse desde los años 80 hasta la actualidad (Figura 2).

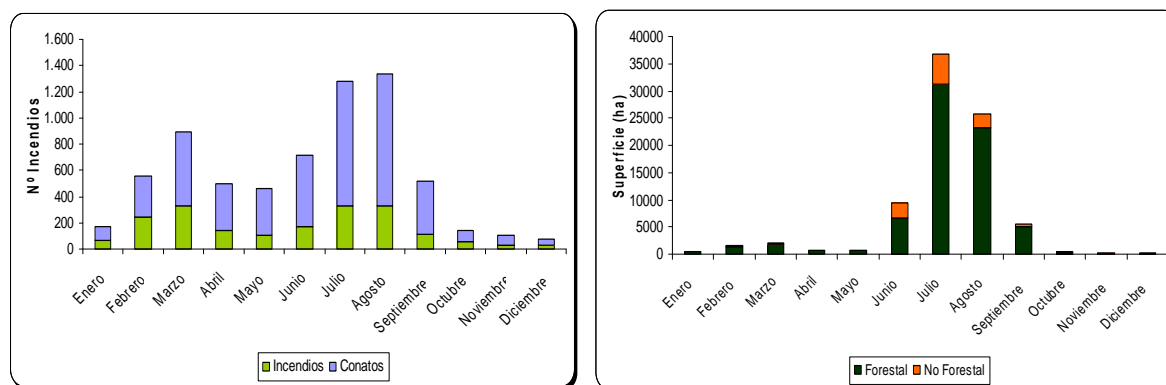


**Figura 2. Evolución de la superficie quemada y el número de incendios para el período 1968-2009**

En cuanto a la superficie quemada en Aragón, presenta una gran variabilidad interanual, registrándose muchos años valores superiores a las cinco mil hectáreas (5.000), e incluso diez mil en la década de los ochenta y noventa para disminuir ligeramente en los últimos años de la década de los noventa y primeros años del siglo XXI.

Este fenómeno tiene una marca estacionalidad en Aragón. Es en verano cuando las características propias del ambiente mediterráneo se hacen más patentes, y se eleva enormemente el riesgo de incendio (entre otros, por la abundancia de tormentas estivales) y corresponde, según la estadística, a la época en que el fuego recorre la mayor superficie de monte (Figura 3).

<sup>1</sup> Datos provisionales del 2009 a 30 de Octubre



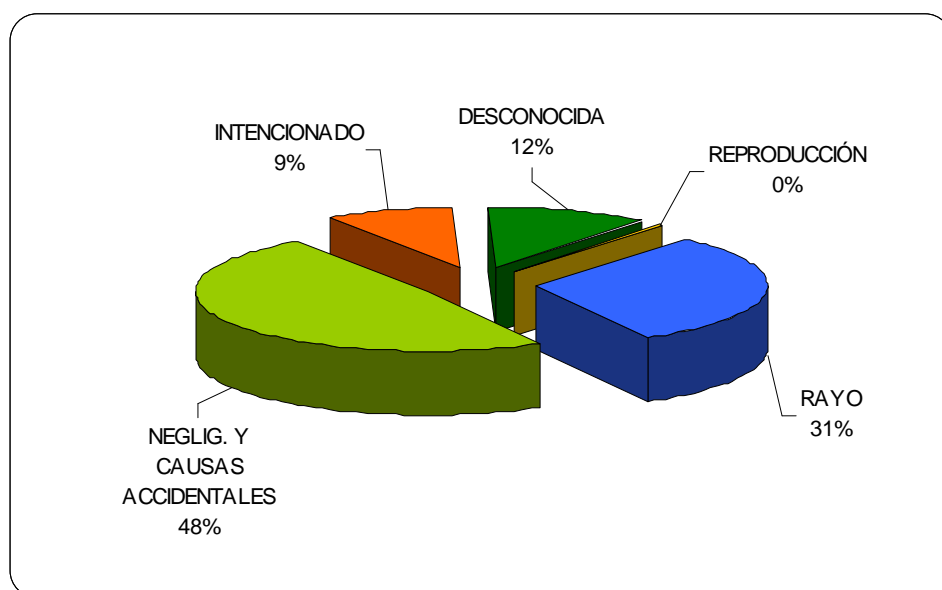
**Figura 3. Estacionalidad de frecuencia del nº incendios forestales (izquierda) y superficie quemada (derecha) durante el periodo 1991-2008**

Un segundo pico o máximo relativo en el número de incendios se produce al final del invierno - principio de la primavera, siendo frecuente que el mes de marzo supere al de junio en el número de incendios. En años especialmente benignos (asociados a escasez de tormentas secas en verano), el máximo relativo de finales de invierno se convierte en máximo absoluto.

Más del 70 % de los incendios que se originan se quedan en simples “conatos” (afectando a menos de 1 hectárea), lo que denota la rapidez de actuación. El número de incendios de los meses estivales engloban el 50% del total de incendios pero es durante estos meses cuando se quema el 90% de la superficie. Ello da idea de que, a pesar de tener en los meses primaverales e invernales un elevado número de incendios, estos adquieren poca intensidad debido a las condiciones climáticas en que se desarrollan, quemando habitualmente muy poca superficie. Estas pequeñas perturbaciones son las que ayudan a crear discontinuidades y gestionar el combustible. Por el contrario, ese 50% de incendios estivales queman de forma súbita el 90% de la superficie en forma de GIF.

Del análisis de los promedios históricos se desprende que la superficie arbolada constituye algo menos del 50 % de la superficie quemada anualmente.

Por cuanto refiere a la causalidad, el EGIF diferencia seis grupos causales para cumplimentar el parte de incendio: “negligencia o causa accidental”, “intencionado”, “desconocido”, “incendio reproducido” y “rayo”. En Aragón, las negligencias y causas accidentales engloban casi la mitad de los casos y son las quemas agrícolas y de regeneración de pastos las que provocan mayor número de incendios, especialmente en los meses primaverales (Figura 4).



**Figura 4. Principales causas de los incendios en Aragón en el período 1991-2008 (Base de Datos EGIFW)**

Sin embargo, es característico de Aragón respecto a otras autonomías, la relevancia que tienen los incendios de origen natural. En efecto, los incendios ocasionados por rayos representan casi un tercio del total, frente a la rareza que suponen estas causas naturales en el conjunto español (4% del total). Estos incendios de origen natural se producen principalmente en los meses estivales y, muy frecuentemente, vinculados a condiciones meteorológicas especialmente adversas, alcanzan la dimensión y comportamiento de GIF.



## **2. OBJETIVOS**

El objetivo principal de este trabajo es la reconstrucción histórica y tipificación de los incendios forestales en el Prepirineo Central y Occidental de Aragón. A su vez, engloba dos objetivos concretos, que se desarrollan a lo largo del estudio:

- I. Reconstrucción y caracterización de las superficies incendiadas en el periodo comprendido entre 1967 y 2009, en su contexto espacio-temporal y en función de su magnitud. Esta caracterización conlleva la recopilación de la documentación, el análisis de la información disponible y la realización de una cartografía de áreas quemadas mediante fotointerpretación.
- II. Establecimiento de la metodología que permitan la identificación de diferentes tipologías de incendios en base a un patrón de propagación, asociado a las condiciones meteorológicas y su interacción con la topografía y el combustible existente. A partir del conocimiento profundo del histórico de incendios en el área de estudio, se pretende analizar las características topográficas y de vegetación de las zonas quemadas y codificar los diferentes parámetros meteorológicos a escala sinóptica y mesoescala que determinen la influencia de este factor en el comportamiento de los incendios.

Como objetivo derivado se pretende identificar las variables que condicionan que un incendio incipiente se convierta en un GIF y diferenciar en el territorio zonas con GIF de similar comportamiento.

Los resultados de la reconstrucción de áreas quemadas, fácilmente integrables mediante un SIG, pueden aportar nueva información de cara a la planificación forestal y la gestión de los incendios.

### **3. MATERIAL Y MÉTODOS**

### 3.1. Área de estudio y factores estructurales

#### 3.1.1. Ámbito territorial

En el tercio norte de la Península Ibérica, entre las provincias de Zaragoza y Huesca, se sitúa prioritariamente el sector central y occidental del Prepirineo Aragonés, escenario de la reconstrucción y tipificación de incendios históricos. Abarca las comarcas de Cinco Villas, Hoya de Huesca, Jacetania, Alto Gállego y Bajo Gállego, con un total de 82 términos municipales (Figura 5). Cada término municipal generalmente está compuesto por un buen número de entidades menores, dependiendo de su extensión, que da nombre a cada uno de los incendios, en función de su lugar de origen.

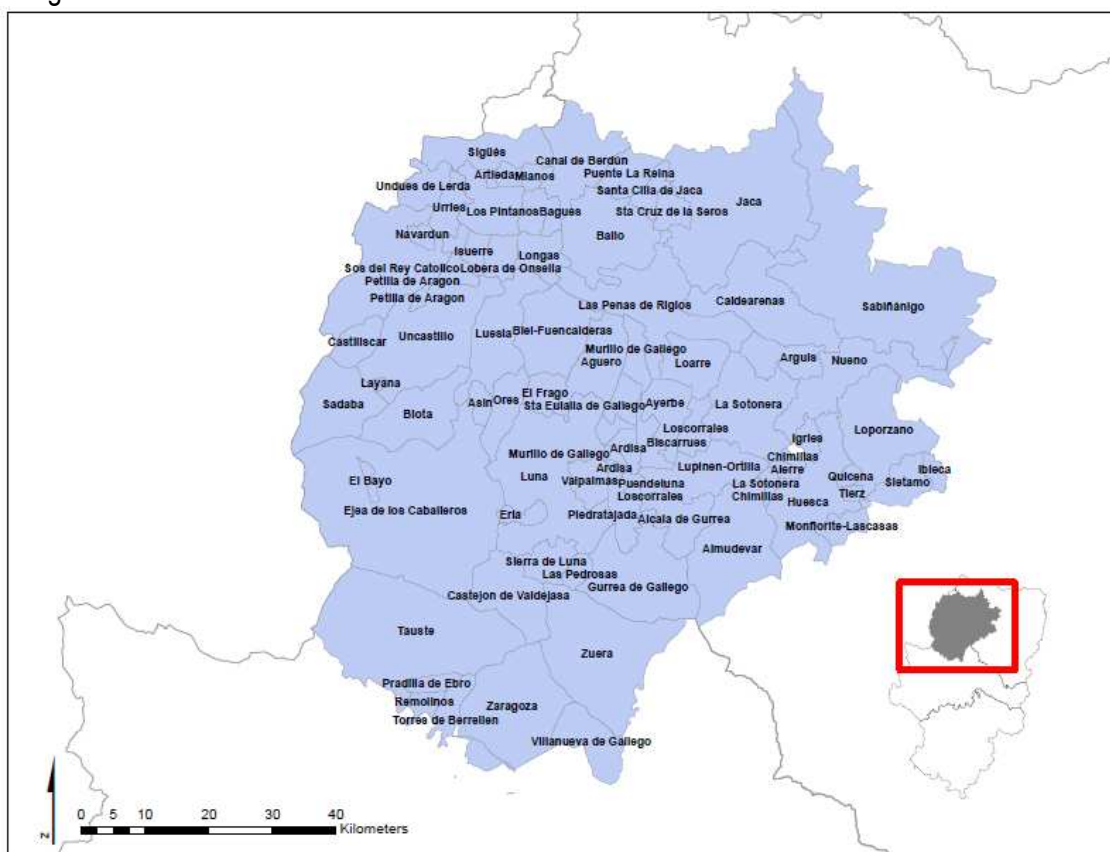


Figura 5. Términos municipales enmarcados en el área de estudio

La zona de estudio abarca un territorio de unas 800.000 ha enmarcado en el complejo montañoso del sector central y occidental del Prepirineo Aragonés, entre las provincias de Huesca y Zaragoza. De norte a sur, tres grandes unidades morfológicas lo constituyen: la Depresión Media o Canal de Berdún, las Sierras Exteriores Prepirenaicas y el Somontano Zaragozano-Oscense.

El límite septentrional queda delimitado por la confluencia del Río Aragón y Navarra en el entorno de Yesa, Sierra de San Juan de la Peña, Peña Oroel, Sierra de Picardiello. Al este, la divisoria de aguas Ara-Gállego ha servido de límite, mientras que al oeste, coincide con la división entre la provincia de Zaragoza y la Comunidad Foral de Navarra. Por el sur queda limitada por las tierras llanas del Valle del Ebro, de las Cinco Villas a la Hoya de Huesca.

La subzona también incluida en el área de estudio se sitúa al sur de la misma, integrando los Montes de Zuera – Castejón y Campo de Maniobras de San Gregorio, ya en plena depresión del Ebro.

### 3.1.2. Topografía

La diferencia topográfica entre las Sierras Exteriores en el sector norte y las tierras llanas del Valle del Ebro es muy clara (Figura 6). Las Sierras de Santo Domingo, Salinas, Loarre, Caballera, Gratal, Águila, Gabardiella y Guara, dispuestas de oeste a este, alcanzan alturas entre 1500 y 1600 m, siendo El Tozal, en la Sierra de Guara, la cima con mayor altura del Prepirineo Aragonés (2077 m).

Esta alineación de sierras crea un fuerte desnivel topográfico, en ocasiones en forma de “Peñas” o “Mallos” que se enfrentan con las llanuras y planas de la Depresión del Ebro, situadas entre los 300 y 500 m. En segunda línea a las Sierras Exteriores aparece la Depresión Media Pirenaica. En esta se incluyen tanto un conjunto de sierras (San Juan de la Peña, Peña Oroel, Belarre, Aineto, Javierrelatre, Picardiello) como un importante conjunto de cubetas y depresiones topográficas (Villalangua, La Peña, Rasal, Arguis, Nocito, Bara). Estas sierras de la Depresión Media cierran al norte y separan de la Canal de Berdún, Val Ancha, Val Estrecha y cuenca del Ara. Llegan a alcanzar entre 1700 y 1900 m de forma puntual, con una continuidad topográfica menor a la de las Sierras Exteriores.

De tal complejidad topográfica ya se deduce la premisa de la importancia del relieve (fundamentalmente a través de las pendientes y orientaciones) en el comportamiento de los incendios forestales que se producen en el área de estudio.

### 3.1.3. Geomorfología

Los relieves conglomeráticos están ligados preferentemente a las Sierras Exteriores, en la que destacan los relieves tipo “Mallo” como son los Mallos de Riglos, Agüero y Salto del Roldán, que constituyen el de contacto entre la Depresión del Ebro y el Prepirineo Oscense. El sector occidental de las Sierras Exteriores, de naturaleza caliza, constituye una estrecha franja en dirección este – oeste, compartimentada por estrechos y profundos cañones que atraviesan transversalmente su estructura, como el del Gállego, Isuela y Flumen, y que alcanzan su máximo exponente en el Parque Natural de la Sierra y Cañones de Guara, donde se forman profundas focas de espectacular belleza.

El fuerte desnivel topográfico perfilado por la erosión, entre las Sierras Exteriores y la Depresión del Ebro da lugar a los Somontanos de Huesca, Somontanos de Ayerbe y Piedemontes de Luna-Uncastillo que, con litologías más blandas son surcados por los numerosos afluentes que tienen sus cabeceras en las Sierras Exteriores.

Los Montes de Zuera y Castejón se encuentran a caballo entre el paisaje de yesos del campo San Gregorio y Remolinos, propio de la Depresión Central del Ebro, y las Muelas o Planas de los Montes de Castejón, entre los ríos Arba y Gállego. La fuerte resistencia que presentan estos depósitos carbonatados se traduce en escarpadas cornisas que recortan el perímetro de estas plataformas.

Al norte de las Sierras Exteriores afloran margas azules y arcillas de litología blanda. Estos materiales, fácilmente excavables, forman la alineación de depresiones erosivas anteriormente mencionadas –Formación Belsué– (Puigdefábregas, 1975), que presenta una continuidad bastante marcada: sector de La Peña, depresión de Arguis, cuenca de Belsué y cuenca de Nocito). En el sector norte, límite septentrional de nuestra zona de estudio, vuelven a aparecer los conglomerados, ésta vez plegados y de mayor consistencia, formando así las sierras de San Juan de la Peña, Peña Oroel y Canciás.

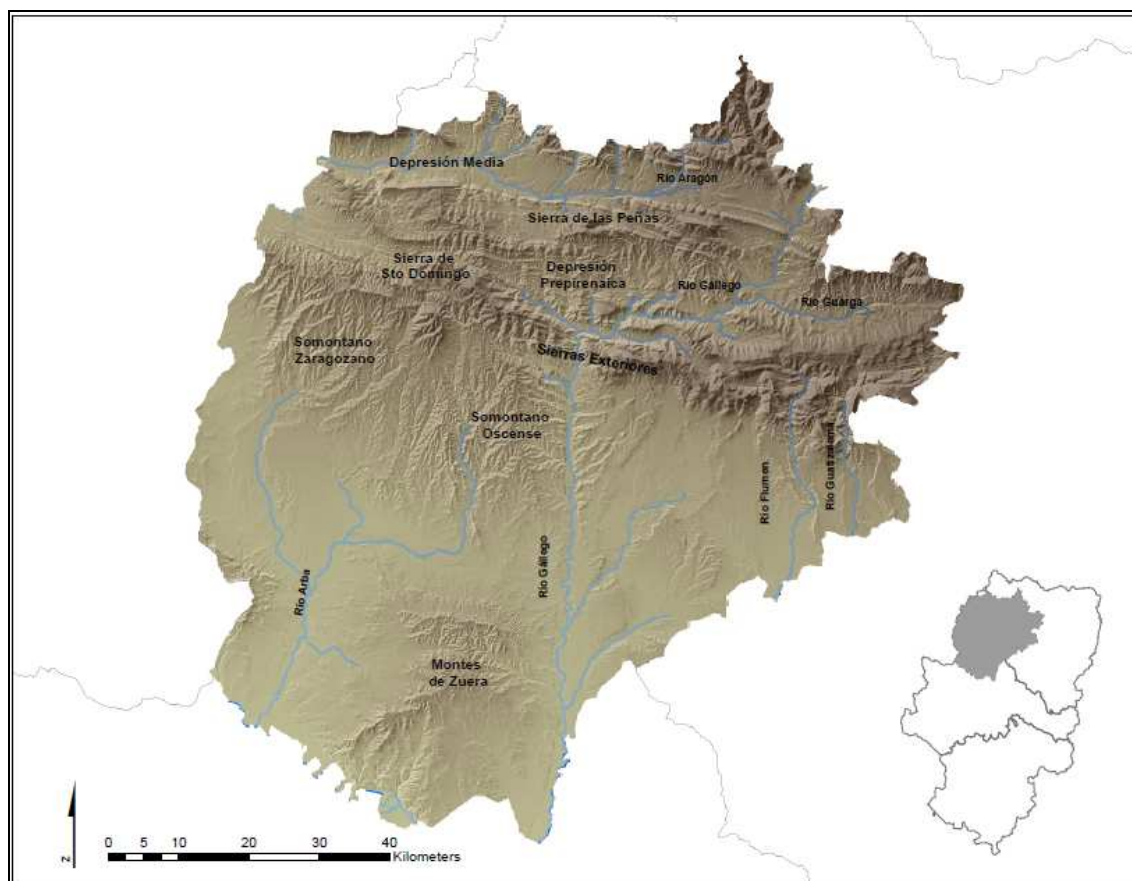


Figura 6. Grandes unidades de paisaje que componen la zona de estudio

### 3.1.4. Red hidrográfica

La red fluvial compartimenta las unidades montañosas al atravesar transversalmente su eje.

El sector Oeste se organiza en torno al río Arba, compuesto por sus dos afluentes principales, el Arba de Luesia y el Arba de Biel, dos ríos autóctonos que nacen en la Sierra de Santo Domingo.

El drenaje del sector central se organiza en torno al río Gállego, el cual, tras penetrar en área de estudio desde el Pirineo Axial con sentido N-S, hace un zig-zag de Hostal de Ipiés hasta La Peña, atraviesa la foz de Riglos y toma de nuevo el sur hasta desembocar en el río Ebro.

El sector occidental drena a través de los ríos Isuela, Flumen, Guadalema y Alcanadre. Todos ellos ríos autóctonos que atraviesan las Sierras Exteriores y desembocan en el río Cinca.

### 3.1.5. Vegetación

Para describir la vegetación del área de estudio, se ha realizado una síntesis entre las principales formaciones vegetales desde el punto de vista cartográfico (Figura 7), ya que la gran extensión comprendida hace difícil realizar un estudio más pormenorizado a nivel de especie.

Se han identificado cinco grupos, en función de la cobertura forestal o no del terreno, así como, en su caso, del tipo de cobertura forestal (Tabla 1).

VEGETACIÓN	SUPERFICIE (ha)	% SUPERFICIE
NO FORESTAL	398.815	48
FORESTAL NO ARBOLADO	142.037	17
F. ARBOLADO CONIFERAS	169.940	20
F. ARBOLADO FRONDOSAS	87.919	11
F. ARBOLADO MIXTO	30.980	4

Tabla 1. Superficie de las principales formaciones vegetales dentro del área de estudio

### I. Vegetación no forestal

Las grandes formaciones rocosas, los núcleos de población, las masas de agua en forma de pantanos y los terrenos cultivados componen con un 48% la superficie no forestal dentro del área de estudio. En cuanto a vegetación agrícola se refiere, la *tierra llana* de Cinco Villas y Hoya de Huesca suponen la mayor parte de la superficie cultivada. Estas grandes áreas, unidas a otras menos extensas y de disposición lineal como son las terrazas aluviales de los ríos Aragón y Gállego en sus tramos medios y bajos, forman la vegetación no forestal del área de estudio. Si bien su representación es minoritaria, frente a la vegetación forestal, en numerosas ocasiones es origen de importantes incendios (derivados precisamente de prácticas agrarias).

### II. Forestal arbolado de coníferas

El 20% de la superficie estudiada está formada por pinares de pino laricio (*Pinus nigra*), pino silvestre (*Pinus sylvestris*) o pino carrasco (*Pinus halepensis*) principalmente y formaciones más reducidas como sabinars (*Juniperus sp.*) o abetales (*Abies alba*). Los pinares de carrasco son los más xerofíticos de área de estudio, ocupando en su totalidad la vegetación arbolada de los montes de Zuera, formando mosaicos con campos de cultivo en estos montes y en la Sierra de Luna. Al norte de las Sierras Exteriores hay algunas repoblaciones en las laderas soleadas de los embalses de La Peña y Yesa. Los pinares de laricio ocupan inmediatamente el piso superior al del pino carrasco y forman parte del sector central del área de estudio. Estos pinares, en gran medida, son fruto de la actividad repobladora de los años 50 y 60. Los ambientes más continentales y umbríos del sector más septentrional del área de estudio son ocupados por las formaciones de pino silvestre, tapizando prácticamente la totalidad del entorno del río Guarga. Gran superficie estas formaciones también corresponde a repoblaciones para restauración de zonas incendiadas y protección de pantanos.

### III. Forestal arbolado de frondosas

Los quejigares (*Quercus cerroides*) y encinares (*Quercus ilex*) componen el monte arbolado de frondosas con un 11% de la superficie del área de estudio. En numerosas ocasiones este estrato se clasifica como "no arbolado" en los partes de incendio forestal, por corresponder a monte bajo. Los encinares o carrascales dominados por *Quercus ilex* sub. *ballota* corresponden a los montes esclerófilos existentes en las orientaciones más soleadas del sector central y en la Hoya de Huesca. Tradicionalmente han sido objeto de aprovechamiento para leñas y carbón, siendo un carácter de estos encinares la baja talla y la gran densidad por rebrote. Por su parte, los quejigares suelen encontrarse en formaciones mixtas con encina, con pino silvestre en el sector oriental y con laricio en los sectores central y occidental. Al igual que los encinares, han sido aprovechados tradicionalmente para leñas y roturados para cultivo, pastos o repoblaciones de pino silvestre y laricio.

#### IV. *Forestal arbolado mixto*

En mucha menor proporción que los dos anteriores (4%), también se encuentran formaciones mixtas en los ámbitos de contacto de las superficies con predominio de coníferas y aquellas con predominio de frondosas.

#### V. *Forestal no arbolado*

Principalmente se corresponde con zonas incendiadas o abandonadas, en que el proceso de restauración natural prima especies como erizón (*Echinospartum horridum*), boj (*Buxus sempervirens*) y aliaga (*Genista scorpius*), presentes todas en amplios sectores del Prepirineo. El Campo de Maniobras de San Gregorio comprende formaciones gypsícolas en sus estribaciones más meridionales hacia el río Ebro y terrenos baldíos propios del campo de tiro, donde la recurrencia de incendios por maniobras militares ha tenido su reflejo en una vegetación y un suelo esquilmado. Esta zona, concretamente, corresponde a la mayor superficie forestal no arbolada dentro del área de estudio.

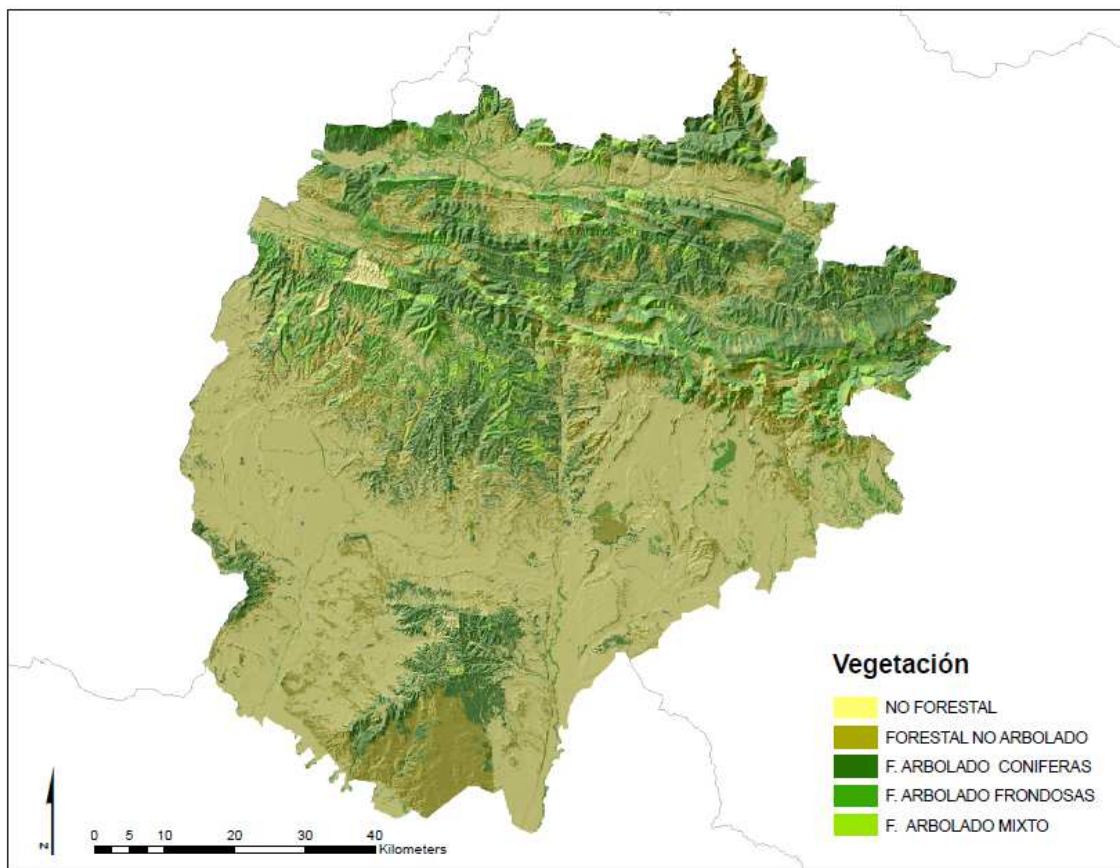


Figura 7. Mapa de zonificación de las principales formaciones vegetales dentro del área de estudio



## 3.2. Área de estudio y factores climáticos

### 3.2.1. Ámbito climático

El análisis del clima tiene por finalidad conocer, en rasgos generales, la evolución de precipitaciones y temperaturas a lo largo de los últimos 40 años, analizando con más detalle aquellos días en que se declaró un incendio dentro del área de estudio.

Se puede decir que, por la latitud y situación en la fachada occidental del continente europeo, el clima del Prepirineo Aragonés es de tipo templado, claramente influenciado por los movimientos traslacionales de los centros de acción atmosféricos que dan lugar a las estaciones. Las perturbaciones originadas por la circulación a menor latitud del frente polar en invierno están condicionadas por la presencia o retirada del Anticiclón de las Azores, que ejerce durante gran parte del año su dinámica subsidente y estabilizadora sobre la Península.

A la posición de los principales centros de acción se ha de sumar la débil influencia del Océano Atlántico y el Mar Mediterráneo debido a la situación de abrigo orográfico en que se encuentra el área de estudio. Esta situación de aislamiento da lugar a un cierto grado de continentalidad, con una amplitud térmica importante y una fuerte inestabilidad en la época cálida (Creus, 1983).

La elevada altitud y originalidad del relieve dan lugar a una gran diversidad de vientos locales y son la causa de importantes modificaciones en la dirección y fuerza del viento, muy distintos de la circulación general.

Además, el carácter cerrado del tramo bajo de la Cuenca del Ebro respecto al Mar Mediterráneo también limita la influencia de las “marinadas” en toda la Depresión y por lo tanto en los Somontanos. Estos matices de continentalización, plasmados en el Prepirineo en una fuerte inestabilidad en la época cálida, dan lugar a fenómenos convectivos.

El contexto climático descrito para el área de estudio se ve fuertemente matizado por el complejo relieve de la zona, de tal modo que es imprescindible conocer algunos de los factores geográficos para poder entender la climatología. Concretamente, los procesos más influyentes son:

- Variaciones de presión con la altitud, consecuencia del diferente calentamiento por la radiación solar entre zonas altas y zonas bajas, y la diferencia de calor perdida por irradiación ente ambas. Consecuencia de tales variaciones son las brisas de montaña.
- Inversiones térmicas, en aquellos puntos donde la topografía facilita el embolsamiento de aire frío.
- Efecto Foëhn, causante de importantes diferencias pluviométricas entre barlovento y sotavento.
- Efecto macizo, provoca un progresivo desecamiento de las masas de aire al desplazarse por una cadena montañosa por efecto Foëhn. Da lugar a un extraordinario carácter continental en la región a sotavento.
- Diferencias de exposición, afecta tanto al contenido de humedad del suelo como del combustible. Su calentamiento puede dar lugar a turbulencias a escala local.
- Efecto “Venturi” o vientos acelerados en estrechos, gargantas, foces y pasos de montaña
- Nidos de tormentas, facilitan la formación de núcleos convectivos allí donde la topografía permite el calentamiento térmico, los ascensos orográficos y evaporación intensa.

### 3.2.2. Precipitación

La precipitación y más concretamente la lluvia, es el elemento atmosférico más popular, del que más se habla y por su falta o exceso, el que más preocupa (Font Tullot, 2000). En general, la lluvia siempre es bienvenida en el área de estudio: aporta agua para beber, alimenta los ríos, permite el riego de las cosechas... pero de igual forma que las sequías pueden traer efectos desastrosos, también lo pueden traer las inundaciones provocadas por lluvias excesivas.

Al hablar de precipitación se debe entender principalmente al agua líquida en forma de lluvia, por ser directamente cuantificable, aunque no hay que perder de vista otras precipitaciones.

Una de las llamadas precipitaciones “ocultas” de más importancia en el contexto de los incendios forestales es el rocío, originado cuando el enfriamiento nocturno hace descender la temperatura por debajo de su valor de saturación. Este valor de temperatura saturante o “punto de rocío” determina la cantidad de humedad del combustible fino muerto y su disponibilidad para arder.

#### I. Distribución geográfica

La gran diferenciación topográfica y altitudinal del área de estudio dan lugar a un reparto heterogéneo de las precipitaciones entre las Sierras Prepirenaicas del norte y las tierras llanas del sur en plena Depresión del Ebro (Figura 8).

Las zonas más bajas de la Hoya de Huesca reciben precipitaciones inferiores a 600 mm., e incluso a 400 mm., como es el observatorio del Aeropuerto de Zaragoza, a orillas del Ebro.

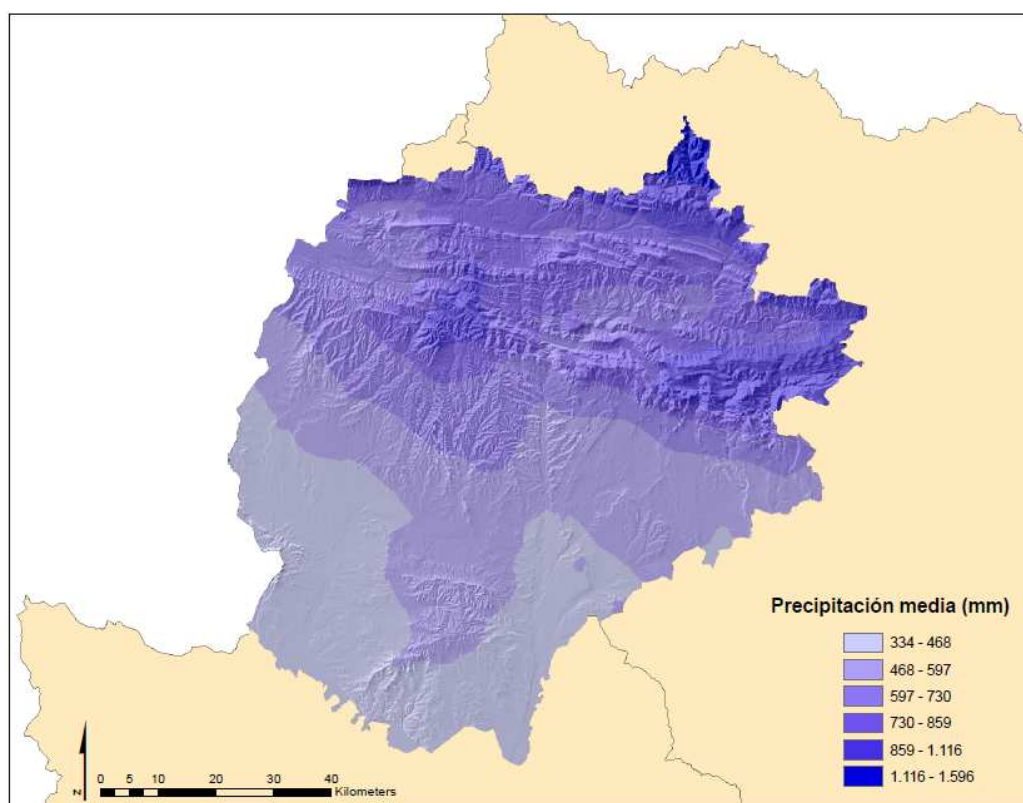


Figura 8. Distribución geográfica de las precipitaciones medias anuales (Atlas climático de Aragón)

Las precipitaciones aumentan notablemente en la zona montañosa, con valores de entorno a 900 mm, aun encontrándose los observatorios por debajo de los 1000 m de altitud.

Dentro de la zona montañosa se encuentra la Depresión Prepirenaica, en el Valle Medio del Gállego, con una altitud media inferior al resto y rodeada por sierras de mayor altura. Las Sierras de

San Juan de la Peña y Oroel que la cierran por el norte crean un efecto de sombra pluviométrica de hasta el 20-25% (Creus, 1983) en esta zona respecto a la vertiente norte.

Este hecho, también descrito por Del Valle (1996) lo comprobamos con la diferencia pluviométrica entre las esciones de Bernués, bajo la influencia de la Peña Oroel y Nocito, en el límite oriental de la zona de estudio:

- Bernués 920 m, 718 mm.
- Nocito 931 m, 914 mm.

Otro hecho reseñable, también citado por Del Valle (1996) es el piedemonte sur de la Sierra de Santo Domingo, donde la estación de Biel, a 760 m de altitud, recoge un total de 906 mm. anuales. Parece lógico pensar que esta Sierra dispone de estas condiciones de humedad por ser la primera alineación montañosa de cierta entidad al oeste de las Sierras Exteriores, junto con la ausencia de relieves que obstaculicen la entrada de aire húmedo del noroeste.

## **II. Clasificación de los años por el total pluviométrico**

En función de las medias centrales, media y mediana, se han clasificado los años según su total pluviométrico. La O.M.M. (Organización Meteorológica Mundial) recomienda la repartición pluviométrica interanual en quintiles, criterio que adoptan Albentosa (1975); López (1975); Romero (1988); Del Valle (1996) entre otros. Al distribuir las series en quintiles, se distinguen cinco clases:

- Años muy secos: los inferiores al valor del primer quintil.
- Años secos: los comprendidos entre el primero y segundo quintil.
- Años normales: los que agrupan el segundo y tercer quintil.
- Años lluviosos: los que lo hacen el tercero y cuarto.
- Años muy lluviosos: los que presentan precipitaciones que superan el valor del quinto quintil.

## **III. Tormentas**

Las tormentas son el más espectacular de todos los meteoros que se observan en la Península, tanto por el aspecto del cielo y naturaleza de las precipitaciones (fuertes chaparrones y ocasional granizo) a que dan lugar, como por los vientos racheados, relámpagos y truenos que las caracterizan (Font Tullot, 2000).

El origen es una convección de aire que asciende y se enfría, condensando vapor de agua y dando lugar a un cúmulo. Para que el fenómeno de la convección se desarrolle es necesaria la presencia de aire húmedo y cálido en superficie y frío en altura, de forma que se genere inestabilidad.

Del Valle, (1996) clasifica las causas más frecuentes que desarrollan de este fenómeno como:

- *El calor.* Debido al fuerte calentamiento durante los meses estivales de las capas bajas en contacto con el suelo. Es de carácter local y alcanzan su máximo desarrollo por la tarde.

La convección se ve favorecida por factores como:

- Presencia de relieves montañosos que permiten el fuerte recalentamiento de las laderas expuestas al sol y permiten el ascenso de las masas de aire.
- Cerramientos montañosos en forma de cubeta que permiten el fuerte calentamiento de la masa de aire allí depositada.
- Presencia de fuentes de humedad como embalses o lagos dan lugar a masas de aire con un alto contenido de humedad y, por lo tanto, más inestables.

Los lugares que reúnen estas condiciones se convierten en frecuentes núcleos convectivos. Las cuencas de La Peña y Arguis son zonas que reúnen estas características (García de Pedraza, 1975), en las que son corrientes los vientos en altura con trayectorias suroeste-noreste. A mayor

escala, la Depresión del Ebro se comporta de forma similar. El carácter cerrado de la Cuenca del Ebro tanto a los flujos del noroeste por los Pirineos, como al Mediterráneo por la Cadena Costero Catalana y el Sistema Ibérico, determina fenómenos convectivos especialmente en primavera tardía (Puigdefábregas y Creus, 1976)

- *El paso de un frente frío.* El aire frío al avanzar y meterse en forma de cuña bajo el aire cálido e inestable provoca una fuerte inestabilidad a lo largo de toda la línea frontal y por delante de ella.
- *Gota fría.* Se origina un célula ciclónica muy inestable. La tendencia ascendente que esta situación origina facilita los procesos tormentosos, frecuentemente de cierta intensidad.
- *Vaguada en altura.* Normalmente se sitúa en el centro o mitad occidental de la Península, con un embolsamiento de aire frío en altura y enviando un flujo del suroeste inestable, que facilita la formación de tormentas.

Varios estudios han abordado las trayectorias predominantes de las tormentas en Aragón, siendo de aplicación al área de estudio. Castro et al (1989), analizan la estructura de las tormentas del Valle Medio del Ebro a lo largo del los veranos del periodo 1984-1987. El objetivo, entre otros es estudiar la trayectoria de un total de 556 tormentas mediante radar sobre un área aproximada de 140 km desde la ciudad de Zaragoza.

Como muestra el Figura 9 se observa un claro predominio de trayectorias en el tercer cuadrante (64,1%) con un máximo de 26,3% para tormentas desplazándose en la dirección suroeste-noreste, seguido de un 17,4% en dirección oeste suroeste-este noreste, y un 17,3 del oeste.

Estas direcciones predominantes son acordes con el hecho de que las tormentas avanzan empujadas por los vientos en altura, en contraste con las componentes noroeste-sureste (cierzo) y sureste-noroeste (bochorno) que son las dominantes a baja altura en la zona de estudio en verano.

Además de los ya descritos, Del Valle, 1996 cita el flujo del sur o sureste que adquieren las tormentas formadas a lo largo del Valle del Ebro y relacionadas con el embolsamiento de aire frío al sur de la Península.

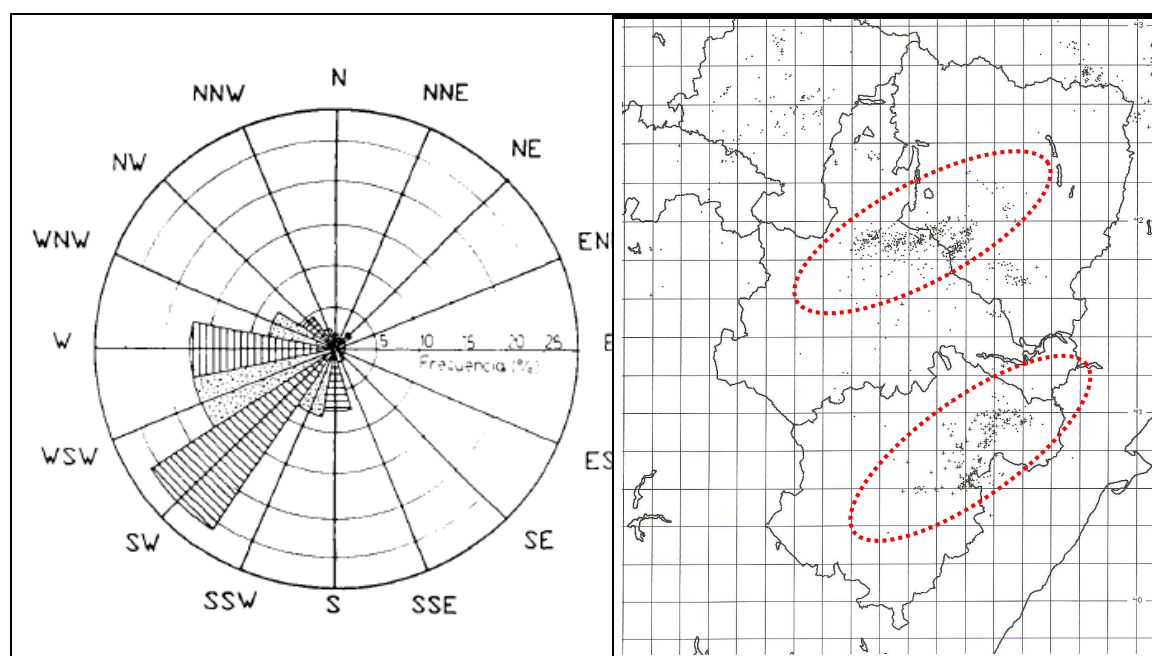


Figura 9. Rosa de 16 direcciones de las trayectorias seguidas por 556 tormentas detectadas en el Valle Medio del Ebro. Castro et al (1989)(izquierda). Mapa de rayos del día 25 de Julio de 2006 (origina 2 de los incendios estudiados en el entorno de los Montes de Zuera) en el que se muestra la trayectoria suroeste-noroeste seguida por la tormenta (Aemet) (derecha)

Se destaca nuevamente la importancia que tienen las tormentas en el desencadenamiento de incendios en el área de estudio, tanto su predicción como el seguimiento de las descargas eléctricas concretas y su influencia sobre el territorio.

### 3.3.3. Temperatura

La temperatura es uno de los elementos más influyentes y a la vez variables, que configuran el clima de una región. A partir del análisis de los registros obtenidos en las estaciones de primer orden se realiza una primera aproximación al régimen térmico del área de estudio para el período 1970-2008.

#### *I. Distribución geográfica*

La directa relación de la temperatura media con la altitud, la orientación o la localización en ladera o valle es bien conocida, como también es habitual el asentamiento humano de las zonas de montaña en solanas y fondos de valle, buscando la radiación solar, el abrigo del viento y por supuesto el agua de los ríos y las tierras fértiles del valle.

Este hecho da lugar a una configuración de observatorios en estas posiciones ya que normalmente se sitúan en núcleos habitados.

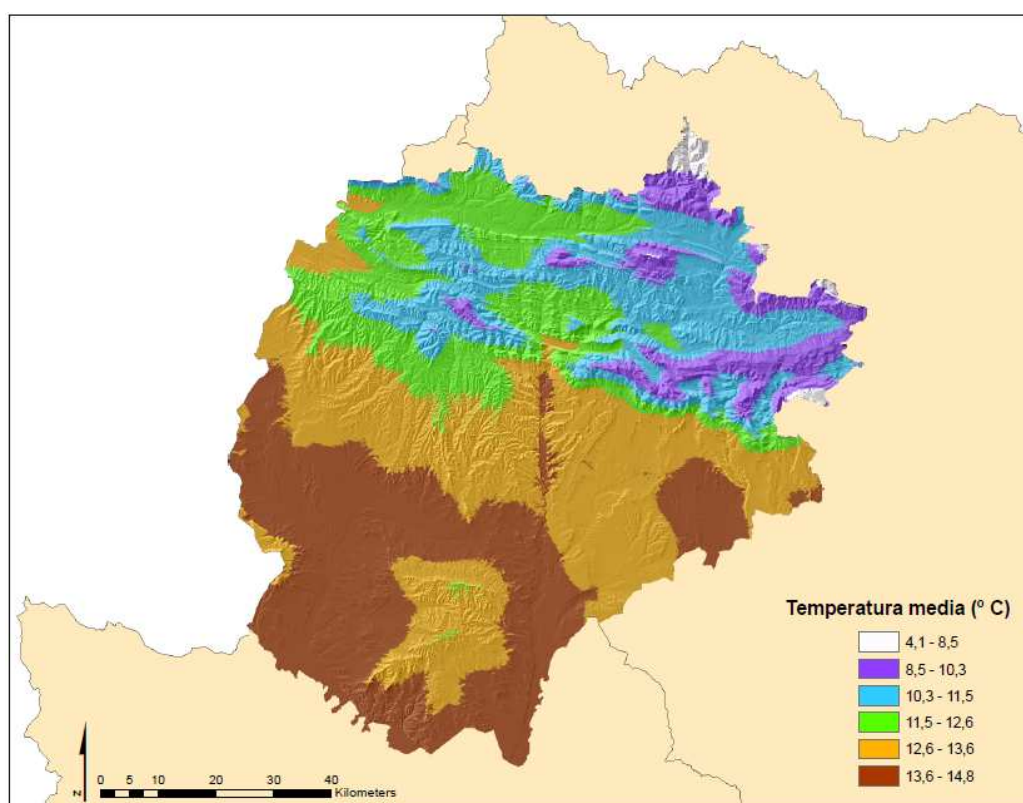


Figura 10. Temperatura media anual (Atlas climático de Aragón)

Del Valle, 1996, indica para el Prepirineo Occidental un gradiente térmico vertical de un descenso de 0,6° cada 100 m de ascenso. Este ascenso no es generalizado ya que las inversiones térmicas son frecuentes en los meses invernales, sobre todo en algunos observatorios situados en áreas deprimidas.

## II. *Clasificación de los años por el total pluviométrico*

En función de la temperatura media ( $T_m$ ), temperatura media de las máximas ( $T_{mMax}$ ) y temperatura media de las mínimas ( $t_{mMin}$ ) se han clasificado los años según sus características térmicas:

- Años muy cálidos: valores de  $T_m$ ,  $T_{mMax}$  y  $t_{mMin}$  por encima de la media móvil de 5 años
- Años cálidos: al menos dos de las tres variables de temperatura por encima de la media móvil de cinco años.
- Años normales: valores de temperatura rozando la normalidad o solamente una de las variables por encima o por debajo de la media móvil.
- Años fríos: al menos dos de las tres variables de temperatura por debajo de la media móvil de cinco años.
- Años muy fríos:  $T_m$ ,  $T_{mMax}$  y  $t_{mMin}$  por debajo de la media móvil de 5 años.

### 3.2.4. Viento

El viento es el principal motor que impulsa a el aire a moverse por la diferencia de presión entre dos lugares distintos, de tal forma que el aire se pone en movimiento para paliar estos desequilibrios de presión (Pita, 2009). La escala a la que se dan estas variaciones puede ser realmente amplia, desde variaciones muy localizadas, como las diferencias de presión generadas por el diferente calentamiento de la umbría o la solana, hasta ser de extensión planetaria, como son los movimientos generales de la atmósfera o las corrientes marinas.

El viento en el sector central del Valle del Ebro es protagonista durante buena parte del año. La forma del Valle del Ebro, a modo de gran corredor entre dos cordilleras montañosas, vertebra en gran medida la dirección del viento, que con frecuencia toma componentes noroeste-sureste (cierzo) o sureste-noroeste (bochorno), siendo en ocasiones distinta a la que cabría esperar según la configuración barométrica.

La variabilidad de la acción del viento en nuestra zona de estudio está relacionada con la complejidad topográfica, y ésta aumenta al conforme se avanza desde el Valle del Ebro hacia el área montañosa.

Solamente los observatorios de Monflorite y el Aeropuerto de Zaragoza registran de forma detallada y sistemática el comportamiento del viento mientras que Sos del Rey Católico solamente presenta datos fiables desde el año 2000. Estos datos son representativos del territorio comprendido entre el Valle del Ebro, las Cinco Villas y la cara sur de las Sierras exteriores, pero no de la zona montañosa más septentrional donde las variaciones que ejerce la topografía sobre el viento haría necesaria una red de observatorios mucho más amplia.

### 3.2.5. Humedad relativa

La humedad relativa es la relación ente la relación entre la cantidad de vapor contenida en un volumen cualquiera de aire y la que podría tener este mismo volumen si estuviese saturado, expresado en tanto por ciento.

La humedad relativa incide de forma importante en la evaporación y, por lo tanto, en el contenido de humedad del combustible: si la humedad es alta, la evaporación es lenta mientras que a contenidos más bajos, la evaporación se favorece.

La temperatura va a determinar la humedad relativa del ambiente ya que el aire caliente tiene mayor capacidad de retención de agua que el frío. La temperatura mínima y humedad relativa

mínima durante la noche van a indicar la pérdida o recuperación de humedad del combustible siendo un factor que determinará en buena parte el riesgo de incendio para la jornada sucesiva.

### 3.2.6. Situaciones sinópticas

Dado la dificultad que entraña clasificar la totalidad de los tipos de tiempo, se ha tomado como referencia la caracterización sinóptica propuesta por Del Valle (1996) para el periodo 1970-1984. La similitud de esta clasificación con la realizada en la tipificación de episodios de incendio propuesta para este estudio (Vide, 2005) permite la relación y análisis entre las situaciones sinópticas estacionales y episódicas, especialmente de los días de verano.

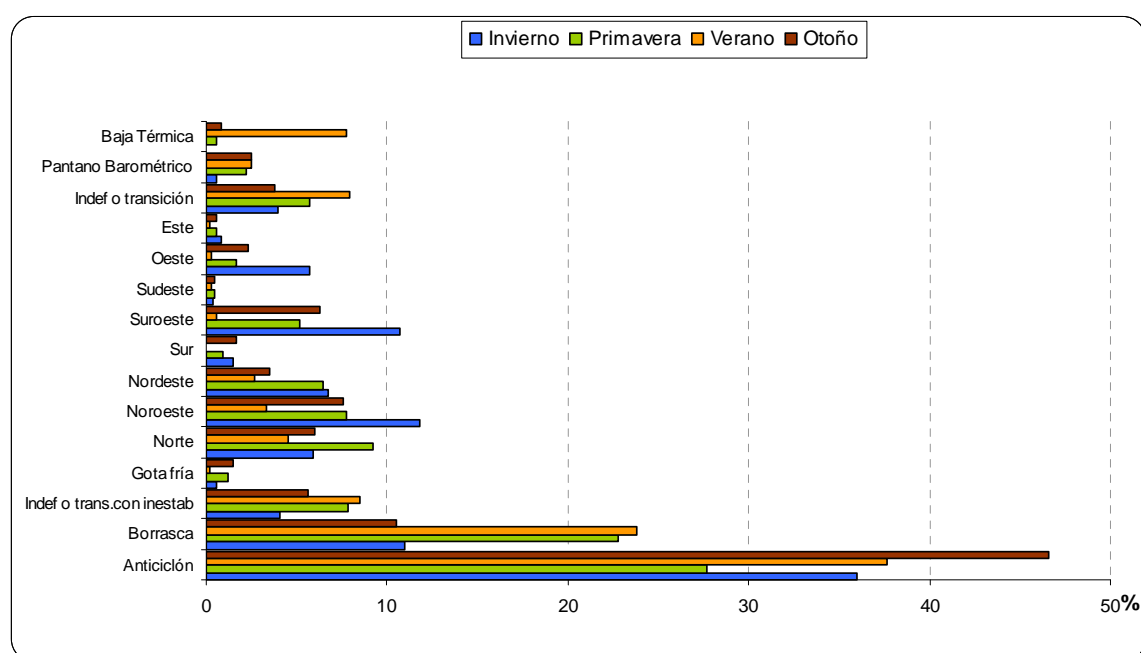


Figura 11. Frecuencia estacional de cada tipo de tiempo en el periodo 1970-1984 (Del Valle, 1996)

#### I. Situaciones anticiclónicas

Las situaciones anticiclónicas dominan durante más de un tercio de las ocasiones, especialmente en los meses otoñales, cuando el anticiclón caracteriza casi a la mitad de los días.

En verano, las situaciones de estabilidad son frecuentes, especialmente en julio y agosto. La presencia de estas situaciones dificultan los movimientos verticales de aire y la formación de nubes, lo que se traduce en una fuerte insolación, un aumento de las temperaturas y un descenso de las precipitaciones.

En ocasiones, el intenso calentamiento de la superficie terrestre y las capas bajas de la atmósfera, favorecen que se inicien movimientos ascendentes de aire generando bajas térmicas en superficie que pueden dar lugar fenómenos convectivos de forma muy localizada.

Tipo de tiempo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
Anticiclón	39,4	30,9	34,0	26,7	22,4	34,0	41,1	37,8	46,7	44,9	48,2	27,6	37,0
S. inestabilidad	12,5	16,5	23,0	31,6	40,6	35,8	30,5	31,0	21,6	16,6	14,9	18,3	24,4
Advección	43,9	45,5	37,4	33,6	25,6	16,4	10,3	9,3	17,6	33,3	34,7	41,5	29,0
Otras situaciones	4,3	6,4	6,0	8,0	11,4	14,0	18,7	21,5	14,2	5,2	2,0	2,8	9,56

Tabla 2. Porcentaje mensual de los tipos de tiempo agrupados por afinidad en el periodo 1970-1984 (Del Valle, 1996)



## II. Situaciones de inestabilidad

El conjunto de situaciones que implican inestabilidad al Prepirineo Aragonés suponen el 24,4 % de los días, siendo los meses primaverales los que mayor proporción de días perturbados registran. Detrás de este grupo se incluyen borrascas o borrascas relativas, situaciones indefinidas con inestabilidad en altura y gotas frías.

En los meses de julio y agosto, es relativamente frecuente la aparición de borrascas relativas, denominadas así ya que raramente presentan sistemas frontales asociados, sino que se corresponden con embolsamientos de aire frío en altura, normalmente precedidos de días de baja térmica y desencadenan procesos convectivos con un reparto irregular de las precipitaciones. En otros casos la inestabilidad se presenta en altura, con características similares a las borrascas relativas.

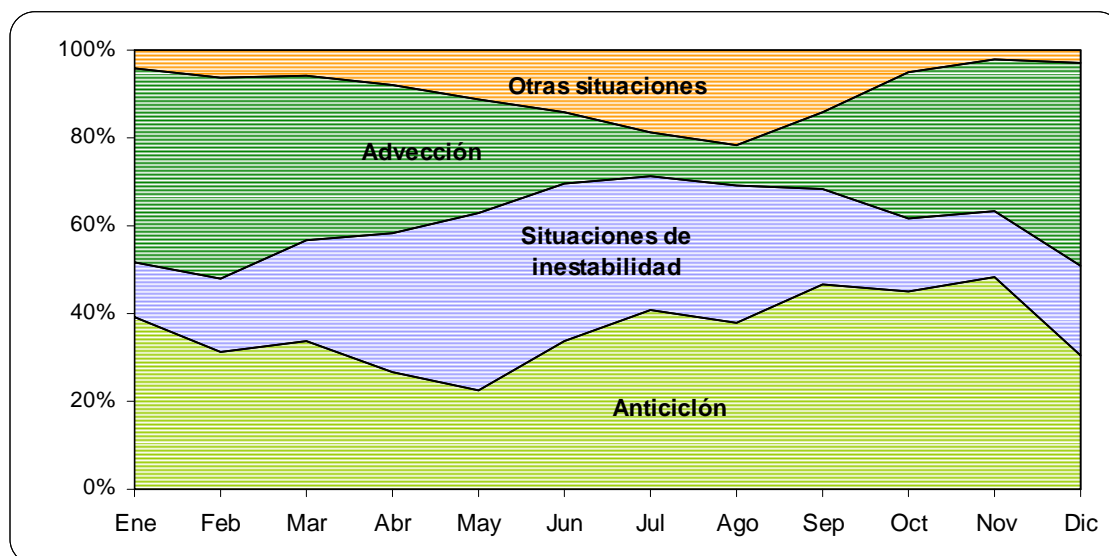


Figura 12. Frecuencia mensual de los tipos de tiempo agrupados por afinidad en el período 1970-1984 (Del Valle, 1996)

## III. Situaciones advectivas

Las situaciones advectivas son aquellas en que el elemento dominante sobre la atmósfera no es un centro de altas ni bajas presiones, sino la llegada de masas de aire al generarse un desajuste entre los diferentes campos de presión.

Este tipo de situaciones constituyen un tercio de las analizadas, con una frecuencia máxima en los meses invernales y mínimos en julio y agosto (10,3 % y 9,3%).

Las advecciones de norte o septentrionales (norte, noroeste y noreste) suponen en su conjunto cerca del 20%, con máximos en invierno y primavera, lo que genera la entrada de aire frío haciendo descender notablemente las temperaturas. Independientemente de su procedencia, el flujo de estas masas de aire será reconducido a su entrada en el Valle del Ebro, dando lugar a las componentes típicas referidas en la fase III de la metodología y descritas en el anexo 5.

Las advecciones del sur o meridionales (sur, suroeste y sureste) son menos abundantes que las anteriores (7,1%) y en buena parte se trata de situaciones del suroeste. En este caso el viento toma la componente del eje topográfico sureste-noroeste, con un aumento notable de las temperaturas.



#### IV. Otras situaciones

En este apartado se engloban situaciones que no son consideradas de forma individual por su poca frecuencia en el total anual, pero bien merecen una mención especial por su presencia en los tiempos veraniegos y, en ocasiones, asociada a episodios relacionados con incendios.

**Pantano barométrico.** La ausencia de gradiente bórico sobre la Península no muestra una clara dirección de las masas de aire en superficie. Su presencia en los meses estivales ronda el 5%.

**Baja térmica.** Representa el 2,3% del total de tiempos analizados y un 7,7% de las situaciones veraniegas. La formación de centros de baja presión por el fuerte calentamiento estival en el centro peninsular provoca una circulación ciclónica que empuja masas de aire de origen continental desde el sur. Estos flujos del sur, llegan a nuestra área de estudio recalentados por el rozamiento en su viaje por la superficie peninsular ocasionando en las situaciones más extremas, las popularmente conocidas “olas de calor.”

### 3.3. Caracterización individual de los incendios históricos

#### *Base de datos incendios históricos de Aragón*

En este estudio, se ha establecido una metodología propia que permitiera el almacenamiento y procesado de modo ágil, sistemático y ordenado de la información extraída de los incendios históricos. Con tal fin se ha creado específicamente la *Base de datos de incendios históricos de Aragón* (se adjunta en el CD anexo).

La Base de Datos de Incendios Históricos complementa a la correspondiente a la estadística general (EGIF), comprendiendo una información más rica y fiable, especialmente para los incendios más antiguos. Además, junto a los datos relativos al incendio, esta Base de Datos contiene la cartografía de áreas quemadas, información sinóptica e información meteorológica, estructurada en cinco páginas (ANEXO 1):

I. *Datos generales del incendio.* Recoge toda la información contenida en el parte de incendio y documentos asociados, aquellos campos comunes relativos a la localización, detección, causas, superficies u otras observaciones de interés.

II. *Cartografía de áreas quemadas.* Contiene el perímetro reconstruido del incendio, la superficie y forma. Este apartado también contiene las variables topográficas obtenidas a partir del anterior y fotografías o imágenes si se disponen.

III. *Situación sinóptica.* Sintetiza la ventana meteorológica del día de inicio del incendio, a través de 6 mapas sinópticos, clasificados y tipificados.

IV. *Situación sinóptica: condiciones previas.* Al igual que la anterior, contiene mapas de tiempo clasificados y tipificados, pero para los cuatro días anteriores al incendio.

V. *Estudio climático.* Recoge las variables meteorológicas, fundamentalmente, temperatura, precipitación y viento registrados en los observatorios más cercanos al incendio, así como información de otras variables o fenómenos meteorológicos, como humedad relativa, tormentas, etc.

A este respecto hay que matizar que buena parte de los contenidos de dichas pestañas se han ido cumplimentando conforme se completaban las distintas fases de trabajo que se describen en el siguiente apartado.

Además de la facilidad en la búsqueda y la presentación de todos los registros e información gráfica asociada a cada incendio, la base de datos se ha creado de tal modo que es perfectamente compatible con otras herramientas que permiten análisis estadístico, representación de resultados,

etc. facilitando en consecuencia el desarrollo de las posteriores fases de trabajo establecidas y de los objetivos del estudio.

### **3.4. Fases de trabajo**

La estructura del estudio se organizó principalmente en cuatro fases:

- II. Documentación y análisis de los incendios forestales mayores a 25 ha ocurridos en área de estudio entre 1967 y 2009, a partir de los partes de incendio forestal.
  - III. Localización y digitalización de las zonas incendiadas, mediante técnicas de comparación de imágenes aéreas integradas en un SIG. Creación de una cobertura de áreas quemadas para la zona de estudio.
  - III. Recopilación y clasificación de datos meteorológicos y mapas sinópticos de los días de incendio y días previos. Se describe el tipo de situaciones sinópticas relacionadas con el inicio y propagación de los incendios reconstruidos.
  - IV. Análisis de las relaciones entre los factores climáticos-meteorológicos, los factores estructurales (topográficos y de vegetación) y los propios del incendio. Se identifican qué variables son más reseñables y/o cuales de sus posibles interacciones pueden tener un efecto significativo en explicar un determinado tipo de propagación o un determinado comportamiento, particularmente en GIF.
- A partir de esta última fase, se pretende asentar la metodología del proceso que permita definir tipologías de incendios en el área de estudio, en base a un patrón de propagación.



información. La evolución de la diferente información contenida en el parte de incendio forestal a lo largo de las cuatro décadas de estudio se muestra en el ANEXO 2.

Todo incendio forestal tiene un número de parte asignado que sirve de identificador y hace que sea único. Este código está formado por diez cifras; las cuatro primeras corresponden al año, las dos segundas al código INE<sup>1</sup> de provincia y las cuatro últimas al nº de incendio por orden cronológico.

En la actualidad, el parte de incendio forestal consta de cuatro páginas, las dos primeras contienen los *Datos Generales* del incendio y las dos últimas los *Datos Particulares del Monte*.

En algunas ocasiones acompañando a los partes aparecen otros documentos que permiten complementarlos, siendo algunos de ellos de gran valor:

- *Croquis o mapas* que sitúan y delimitan de forma gráfica el incendio. Constituye una información muy valorada en este estudio, ya que la localización en base a la toponimia y la propiedad forestal resulta más dificultosa y es menos fiable.

- *Informes elaborados por la Guardia Civil*. En ocasiones (principalmente en la provincia de Zaragoza) estos informes describen las causas del incendio, el autor (si es el caso) y los perjudicados. Ayudan a completar aquellos campos o secciones no suficientemente cumplimentados en el parte de incendio.

- *Informe de Valoración de Daños*. En el que se cuantifican los daños y perjuicios ocasionados por el siniestro. Estos informes, por lo general, son más completos cuando se trata de montes arbolados de propiedad pública. Se suele adjuntar también los gastos de extinción generados (jornales, gastos horarios de maquinaria, avituallamiento, etc.).

- *Estadillo detallado del incendio*, elaborado por el emisorista o técnico de guardia el día del incendio. En él se describe de forma cronológica el transcurso del incendio, la incorporación de personal y medios de extinción, estado del incendio (frentes más activos, límites...) y todos aquellos datos más relevantes. Este tipo de resúmenes se comienzan a elaborar en la década de los 90, aunque no de forma general para todos los incendios.

- *Resúmenes anuales* de los estadillos de incendio, en que se registra anualmente los incendios en cada una de las provincias.

- *Recortes de prensa* relativos al incendio o incluso a la meteorología del día en cuestión. Son muy escasos en general, pero en el caso del incendio de Paternoy (19/08/1994), debido a la gran repercusión mediática que generó, ha supuesto una información muy valiosa.

## **b) Cartografía e imágenes del área de estudio**

Una vez obtenida la información relativa a los incendios forestales en el área de estudio, la siguiente etapa consistió en conseguir la cartografía e imágenes digitales mas adecuadas para los objetivos descritos. Entre éstas se han utilizado específicamente los mapas topográficos 1:50.000 y 1: 25.000, diversas coberturas digitales e imágenes digitales. Esta cartografía ha constituido a su vez fuente de la siguiente fase del trabajo.

Los mapas topográficos 1:50.000 y 1: 25.000 utilizados corresponden a la colección de mapas publicados por el Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) y constituyen la base cartográfica para la localización de áreas quemadas. Contienen una valiosa información en cuanto a toponimia (especialmente en 1:25:000). En los partes de incendios existentes hasta los años 90, era muy habitual nombrar el paraje de inicio, paraje de extinción o el nombre de zonas colindantes al incendio. En montes y propiedades particulares, habitualmente, este nombre es el único punto de partida a la hora de localizar una posible zona incendiada.

La colección de coberturas digitales ha sido facilitada por Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón para este fin. Entre estas coberturas destacan:

<sup>1</sup> Corresponde a la codificación que recibe cada municipio por el Instituto Nacional de Estadística

- *Límites administrativos*. Constituye el conjunto de municipios principales y entidades menores. Cada incendio es relacionado con el nombre del municipio o entidad menor de origen.

- *Propiedad forestal*. El predominio de la propiedad colectiva en el área de estudio sometido al control directo o indirecto de la administración forestal permite la consulta y análisis de diversos catálogos y listados de montes.

- *Red eléctrica, red viaria e hidrología*. Son utilizadas para acotar la posible zona de inicio o delimitar el incendio en base a barreras naturales o infraestructuras

En cuanto a imágenes digitales, se han utilizado las ortofotos disponibles en la Dirección General de Gestión Forestal del Gobierno de Aragón correspondientes a los vuelos de 1991, 1998, 2003 y 2006. El vuelo de 1984 ha sido facilitado por el Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio de la Universidad de Zaragoza para este estudio. Todas las ortofotos, a excepción del vuelo de 1984, se encuentran georeferenciadas y son compatibles con la estructura de un sistema de información geográfica (SIG), permitiendo la superposición y fotointerpretación para comprobar los cambios en la vegetación. A continuación se indica la fuente de estas imágenes (Tabla 3):

Nº	FECHA	FUENTE
1	1984	ICC/ IGN Facilitada por la Universidad de Zaragoza
2	1991	Confederación Hidrográfica del Ebro
3	1998	SIG Oleicoa. Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón
4	2003	SITAR. Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón
5	2006	PNOA. Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón

Tabla 3. Relación de imágenes utilizadas

## ***Fase II. Localización y digitalización de las zonas incendiadas. Creación de la cobertura de áreas quemadas***

En esta fase se han identificado sobre el territorio las zonas incendiadas, para generar posteriormente una cartografía de los incendios forestales en el área de estudio. Para ello se han utilizado los vestigios de la destrucción que supuso el incendio tras su paso sobre la masa forestal afectada: la forma y dimensión que adquiere la zona quemada o la severidad observada en la vegetación, constituyen una huella única que, en ocasiones, refleja el comportamiento del fuego.

Esta huella se pierde en terrenos donde predominan las zonas cultivadas de cereal y pastos, ya que los daños provocados en la masa arbolada y el matorral (que suelen perdurar más tiempo) son menores, al igual que lo es el tiempo de restauración. De la forma análoga, la huella también desaparece, o pierde precisión, cuando la recurrencia de incendios en una misma zona es mayor al período de tiempo entre dos vuelos fotográficos, es decir, existen dos o más incendios superpuestos en una misma zona en un corto período de tiempo.

Las grandes áreas cultivadas de la Hoya de Huesca y las Cinco Villas contienen incendios de relativa magnitud que es difícil reconstruir con precisión, al igual que ocurre en los Montes de Luna o en el entorno de Nueno-Loporzano donde, por el número y frecuencia de incendios, puede haber cierta diferencia entre la superficie realmente afectada y el perímetro obtenido.

En cualquier caso, y asumiendo las limitaciones de la metodología utilizada, mediante técnicas de fotointerpretación se han localizado aquellas escenas en las que aparecen cambios, como consecuencia de la perturbación derivada del paso del fuego. Estos cambios pueden ser en forma de zona quemada, en proceso de recuperación de la vegetación, o en forma de zona laboreada y repoblada, siendo muy común esta última en montes públicos durante las décadas de los 80 y 90.

Si bien numerosos trabajos han tomado como escenario en Prepirineo Aragonés, son pocos los relacionados con incendios forestales y menos aún los que han tratado la reconstrucción de áreas quemadas. Concretamente, Perez (2002), aporta la primera cartografía de incendios realizada en el

entorno del Prepirineo Oscense, empleando técnicas de análisis espacial y teledetección entre 1985 y 1994. En otros ámbitos peninsulares (Andalucía, Galicia o incluso el conjunto del territorio español) también se realizan estudios similares.

La precisión y rapidez con la que se ha procedido a la localización de zonas incendiadas ha dependido fundamentalmente de la información disponible de cada incendio. Las principales fuentes de información para ello son las descritas en la fase anterior, procediéndose sobre ellas del modo que se indica a continuación.

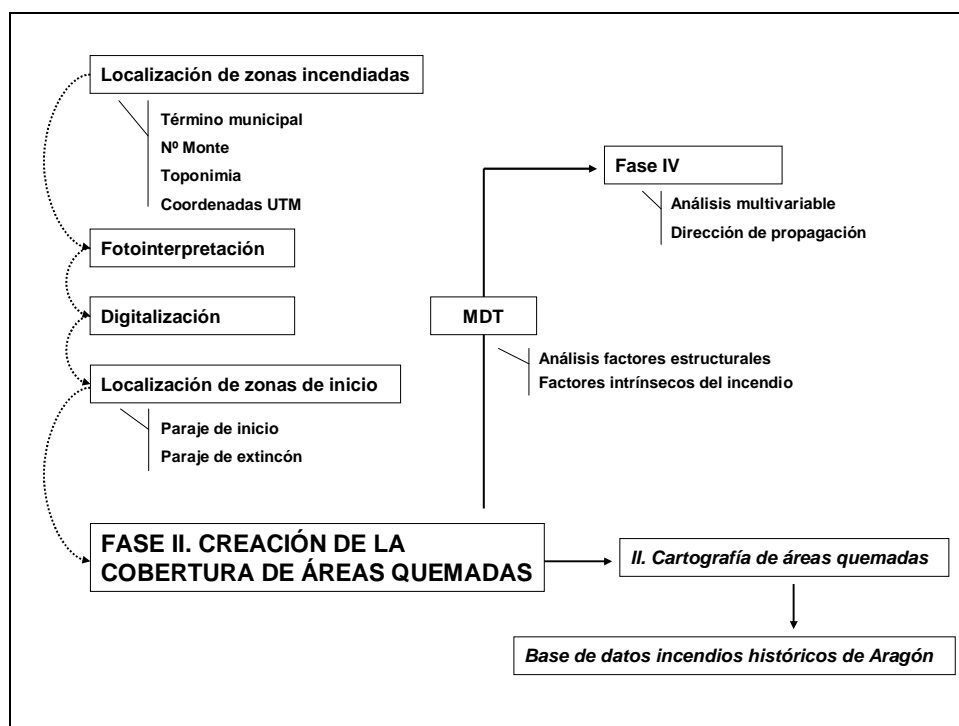


Figura 14. Esquema explicativo del desarrollo de la fase II

Después de haber analizado la información contenida en el parte y otros documentos que lo acompañan se elabora una ficha provisional con los datos más relevantes para cartografiar el incendio.

- Se localizan los términos municipales y montes afectados. En caso de corresponder a montes privados, se localiza en base a la toponimia.
- Se ubica la zona de inicio y lugar de extinción en base a la toponimia. Para los incendios posteriores al año 2000, el lugar de inicio se encuentra georreferenciado, al contener el parte de incendio datos de coordenadas.
- Fotointerpretación. Se superpone la cartografía de términos municipales, propiedad forestal y se interpreta la ortofoto. De esta forma queda enmarcada la posible zona quemada.
- Se realiza la digitalización punteando sobre la imagen cada uno de los incendios. En su conjunto, se obtiene la cobertura final de áreas quemadas con sus posibles zonas de inicio.

El proceso anterior se ha complementado, en la mayoría de los grandes incendios identificados en el área de estudio o en el conjunto de grandes áreas incendiadas, con el sobrevuelo desde helicóptero de dichas zonas. Este análisis visual del territorio desde el aire, así como el archivo fotográfico (ANEXO 10) han facilitado disponer de una visión global de los incendios históricos que, junto al resto de información de partida descrita (zona de inicio, meteorología dominante), ha permitido realizar un afinado análisis de los factores básicos de propagación, según la metodología

CPSL<sup>1</sup>, localizar aquellos puntos críticos<sup>2</sup> de cambio de la dinámica del incendio y de valoración de su potencialidad.

Una vez configurada la cartografía de zonas quemadas, se ha obtenido la superficie afectada y se han cuantificado aquellas variables topográficas y de vegetación que aportan la información necesaria desde el punto de vista estructural del incendio, así como otras importantes notas respecto al comportamiento del mismo.

Para crear la cobertura de áreas quemadas se han utilizado fundamentalmente sistemas de información geográfica (SIG), además del modelo digital del terreno del área de estudio.

#### ***a) Sistemas de información geográfica (SIG)***

Los SIG constituyen una herramienta de gran interés y operatividad para acometer tanto los objetivos del presente estudio como otros de cualquier otro tema dentro del contexto de la planificación forestal y la ordenación del territorio. Concretamente, para la reconstrucción de las áreas quemadas, se ha entendido que los SIG eran la herramienta más apropiada, ya que permiten la visualización gráfica de la información, a la par que digitalizar nueva información, manipular la ya existente, almacenar y modelizar mediante un sistema de referencia geográfico. En este estudio se han utilizado los programas Arc Gis 9.2 y Arc View 3.3.

#### ***b) El modelo digital del terreno (MDT)***

Los modelos digitales del terreno son estructuras numéricas de datos que representan la distribución espacial de una variable cuantitativa y continua (Felicísimo, 1994; Pérez, 2002). La rasterización de los ficheros vectoriales con un tamaño de píxel de 25 m ha sido realizada y proporcionada por los Departamentos de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio del Gobierno de Aragón. A partir de esta información ha sido posible generar las distintas variables topográficas: orientación, altimetría y pendiente, que junto a otras variables estructurales o del territorio, tienen incidencia directa sobre el comportamiento del fuego.

La información extraída en esta fase se ha incorporado posteriormente en la Base de Datos de Incendios Históricos.

---

<sup>1</sup> Campbell Prediction System Language

<sup>2</sup> Se considera punto crítico al lugar donde un incendio cambia de comportamiento (Campbell, 1995; Grillo et al. 2008).

### Fase III. Recopilación y tratamiento de la información meteorológica y sinóptica

La búsqueda, almacenamiento y tratamiento de la información meteorológica y sinóptica han constituido una de las fases más laboriosas del presente estudio, a la vez que ha requerido una rigurosa protocolización, debido al gran volumen de datos con el que se ha trabajado.

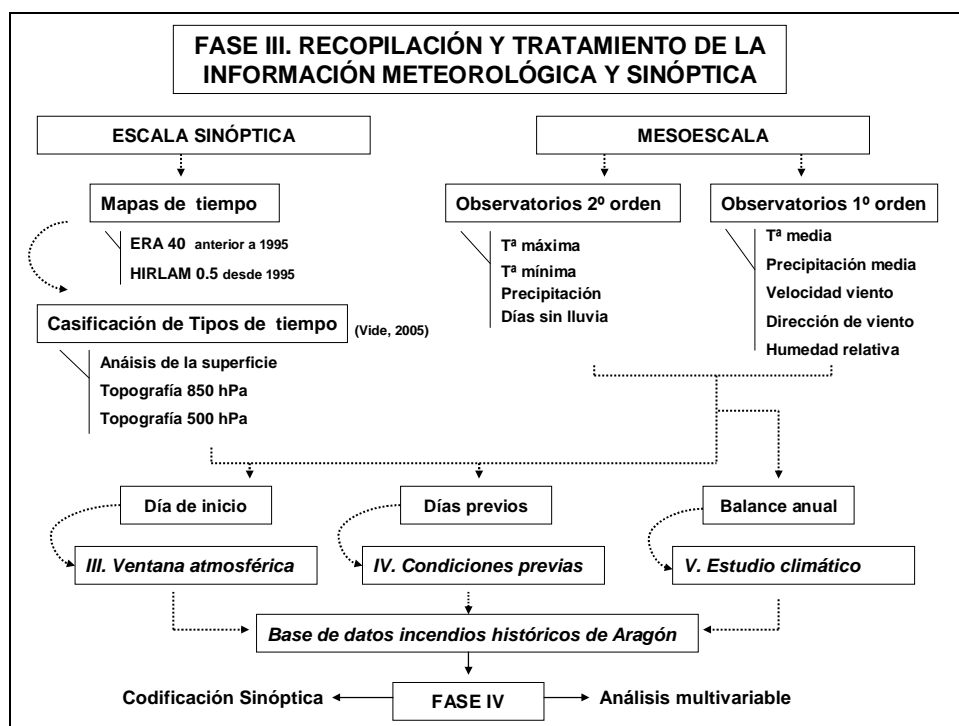


Figura 15. Esquema explicativo del desarrollo de la fase III

Toda información de contenido meteorológico y sinóptico ha sido proporcionada por Centro Meteorológico Territorial de la actual AEMet<sup>1</sup>, situado en Zaragoza.

#### a) Información meteorológica

Para la realización del estudio, se han utilizado los registros diarios y mensuales elaborados por AEMet, a partir de los datos obtenidos en las estaciones de observación de este Organismo y sus colaboradores.

El número de puntos de observación considerados es de 89 (Figura 16) distribuidos en toda el área de estudio o en zonas limítrofes. Para los objetivos del estudio, se han distinguido estaciones de primer y segundo orden:

-Estaciones de primer orden. Se han tomado como estaciones principales seis observatorios termo-pluviométricos con series fiables en el período comprendido entre 1967 y 2008. Los dos aeropuertos, Monflorite y Zaragoza representan la depresión del Ebro y Hoya de Huesca. Además de ser los observatorios con series más precisas, aportan registros de viento y humedad relativa para todo el período. El observatorio de Marracos representa al Piedemonte oscense-zaragozano mientras los de Biel y Aineto quedan enmarcados al oeste y este de las sierras exteriores respectivamente. El observatorio de Bernués, en la Depresión intrapirenaica englobaría la zona más septentrional del área de estudio.

<sup>1</sup> Agencia Estatal de Meteorología (históricamente fue el INM – Instituto Nacional de Meteorología)



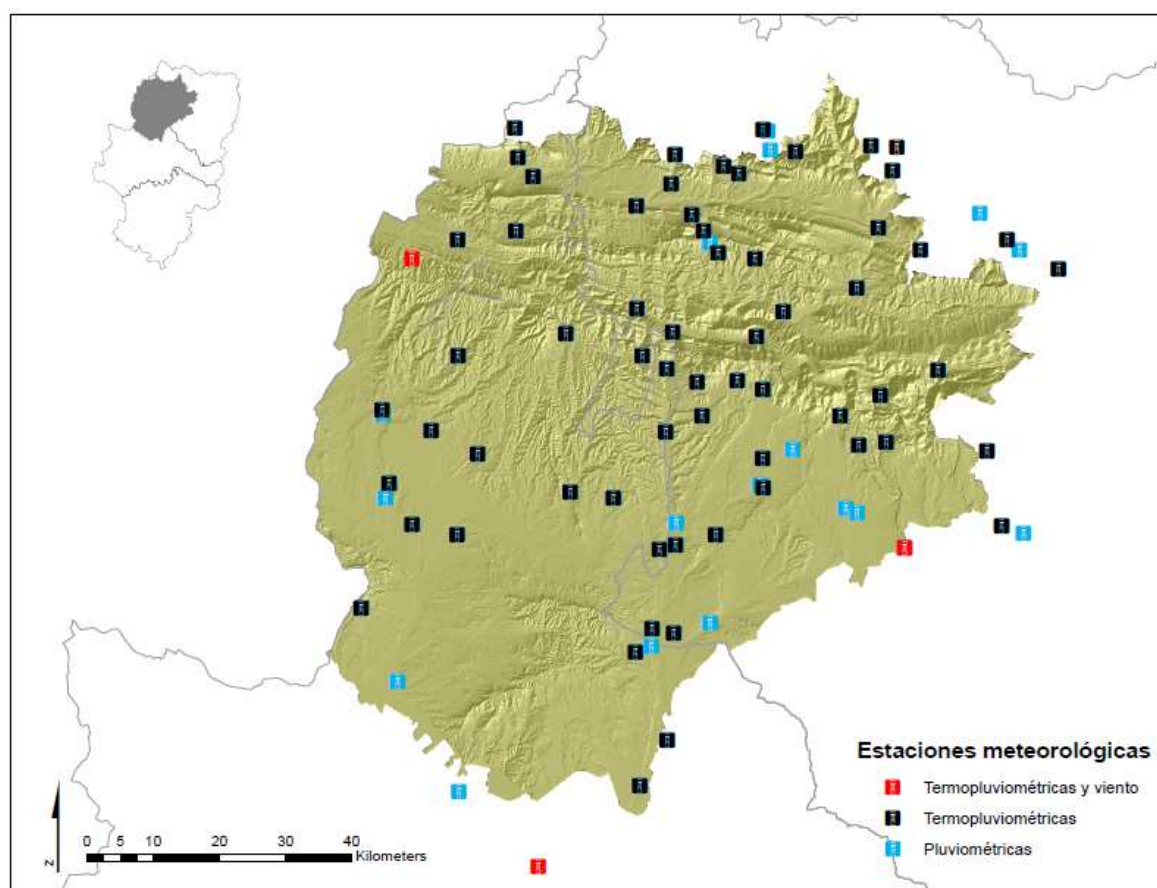


Figura 16. Observatorios meteorológicos considerados para el área de estudio

*-Estaciones de segundo orden.* Se han elegido todas aquellas estaciones termométricas y pluviométricas cuyas series permanecían constantes más de una década. No se ha considerado oportuno homogeneizar las series de datos ya que no se pretendía hacer un exhaustivo estudio climatológico, sino obtener datos de precipitación y temperatura en el lugar más cercano posible al incendio localizado y durante un corto período de tiempo (el de desarrollo del mismo y días previos). En todos los registros, se ha realizado la comprobación de verificar los datos meteorológicos registrados con aquellos correspondientes a las estaciones próximas, desechando aquellas estaciones que contenían datos que podían parecer anómalos.

### **b) Información sinóptica**

Las fuentes sinópticas consultadas han sido los mapas de superficie y topografías de 850 hPa y 500 hPa del día de inicio de cada incendio y los cuatro días previos, obtenidos a partir de la base de datos ERA-40 del ECMWF<sup>1</sup> para aquellos incendios anteriores a 1995 y de la de la Sección de Sistemas de Capatación Meteogrf, que proporciona mapas sinópticos del modelo HIRLAM<sup>2</sup> 0.5, para los incendios ocurridos desde el año 1995 hasta el 2008.

Los mapas de superficie y 500 hPa muestran valores de presión atmosférica a nivel del mar y en altura mientras que el mapa de 850 hPa da valores aproximados de temperatura en cotas medias-bajas.

Para cada día de inicio de incendio, se han extraído los mapas de la pasada de las 00 horas y de las 12 horas, mientras que para los días previos, únicamente se ha trabajado con el de la pasada de las 12 horas. De esta forma, el número de mapas sinópticos recopilados para cada incendio es de

<sup>1</sup>. Centro Europeo de Predicción Meteorológica a Medio Plazo (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts)

<sup>2</sup> Modelo de Alta Resolución de Área Limitada (High Resolution Limited Area Model)

18, 6 mapas para el día de inicio y 12 más para los cuatro días previos, permitiendo así la clasificación de las situaciones sinópticas predominantes, como se describe en la Tabla 4.

El objetivo de la climatología sinóptica aplicada a este estudio consiste en determinar la influencia de la circulación atmosférica sobre el fenómeno del fuego. Según Rasilla (2002) la tipificación de los distintos estados de la atmósfera sigue dos criterios comunes:

- La similitud en las propiedades termodinámicas de una masas de aire (temperatura, humedad...), de donde se derivan los “tipos de tiempo”.
- Unas relaciones comunes en la localización de los centros de acción que dan lugar a los “tipos de circulación”.

En función del grado de intervención implicado en el proceso de clasificación, ésta se califica como manual o “subjetiva” o automática u “objetiva”. La clasificación objetiva está basada en la aplicación de algoritmos y procedimientos estadísticos multivariados, mientras que la subjetiva tiene el inconveniente de ser más costosa, requerir más tiempo y quedar sujeta a posibles errores cometidos por el clasificador.

En este trabajo se propone la clasificación subjetiva para la que se han tomado numerosas referencias en materia de meteorología sinóptica. Cada situación del día de inicio de incendio, al igual que la de los cuatro días previos, ha sido clasificada principalmente a partir del análisis de superficie y las topografías de 850 hPa y 500 hPa, conforme a los tipos descritos en la Tabla 4.

ID TIPO	SITUACIÓN	SINOPSIS	DESCRIPCIÓN
1	Advección del oeste, o zonal	→ →	Isobaras e isohipsas con sentido W-E bien definido
2	Advec. del oeste anticiclónica	→ A	Isohipsas con componente W, anticiclón bien establecido
3	Advección del noroeste	↖ ↖	Isobaras e isohipsas con componente NW-SE bien establecido
4	Advección del Norte	↓ ↓	Isobaras e isohipsas con componente N-S
5	Advección del noreste	B   ← ←   ←	Isobaras e isohipsas con sentido NE-SW o formando una depresión
6	Advección del este o de levante	..... ←	Isobaras con sentido E-W e isohipsas con diversas procedencias
7	Advección del este, con gota fría	B ←	Isobaras con sentido E-W y borrasca en altura sobre el Mediterráneo.
8	Advección del sur	↑ ↑	Isobaras e isohipsas con sentido S-N
9	Advección del suroeste	↗ ↗	Frente cálido. Isobaras e isohipsas con sentido SW-NE, bien establecido
10	Vaguada	↘ .....>	Vaguada en altura, al oeste, e isobaras de componente W
11	Gota fría al suroeste	B ↗	Borrasca en altura al sudoeste e isobaras con componente sudoeste
12	Baja	B B	Borrasca en superficie y en altura, aprox. coincidentes sobre la península
13	Baja térmica	A b	Borrasca débil en superficie y anticiclón o dorsal en altura
14	Pantano barométrico	A .....	Isobaras con sentidos poco definidos y anticiclón o dorsal en altura.
15	Anticiclón	A A	Anticiclón en superficie y en altura coincidentes sobre la península
16	Anticiclón térmico	B   ..... A   A	Anticiclón con dorsal o puente hacia la Península y borrasca en altura

Tabla 4. Clasificación de situaciones sinópticas, sinopsis y características (vide, 2005)

Toda la información meteorológica y sinóptica obtenida a través de esta fase de trabajo, también se ha integrado en la Base de Datos de Incendios Históricos.

#### **Fase IV. Análisis de relaciones entre factores climáticos-meteorológicos y estructurales**

Con el objetivo de generar un marco teórico de guía del proceso de tipificación de incendios en el área de estudio, en base a un patrón de propagación y, en definitiva, a la influencia relativa de los factores que caracterizan el incendio, se intenta identificar qué variables son más relevantes, de entre todas las recopiladas a través de los procesos de trabajo descritos en las fases previas. Asimismo, se pretende inferir qué posibles interacciones entre estos factores pueden tener un efecto significativo en explicar un determinado tipo de propagación o un determinado comportamiento, particularmente en GIF.

Para ello, esta fase de trabajo se concreta en un tratamiento global en profundidad de la información generada a través de las fases previas, lo que explica que los resultados de dichas fases constituyan las fuentes de información de este apartado.

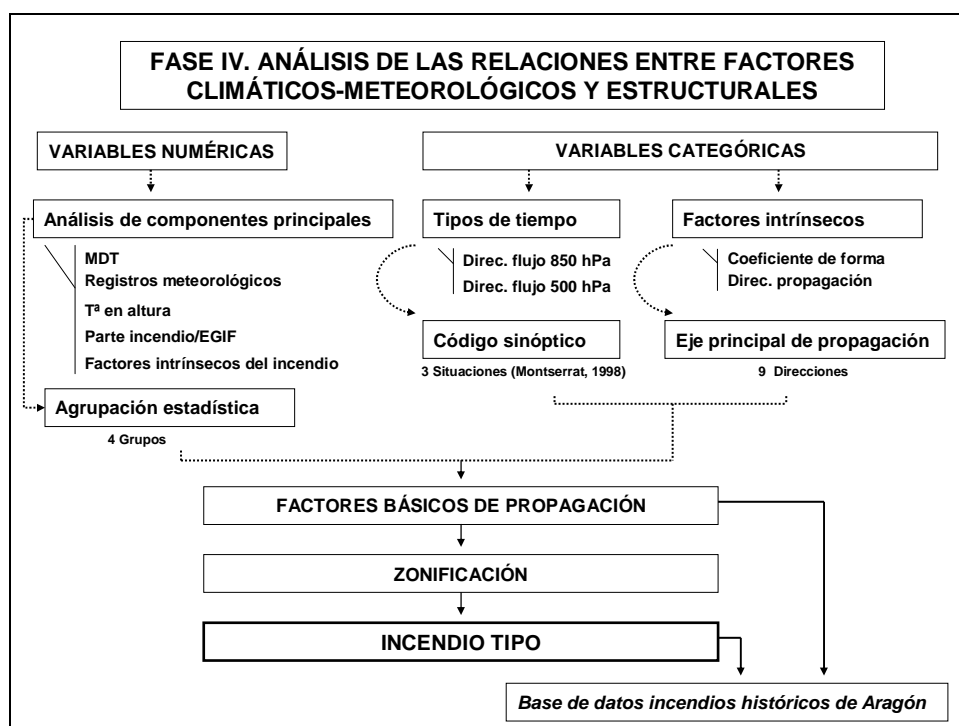


Figura 17. Esquema explicativo del desarrollo de la fase IV

De entre todos los componentes de información recopilados, se realzan a continuación los aspectos fundamentales sobre los que se ha trabajado el análisis de relaciones.

#### **a) Factores climáticos-meteorológicos**

##### *1. Variables meteorológicas*

La temperatura y la precipitación registradas en una zona, están fuertemente influenciadas por la topografía y por la estacionalidad, al igual que estacional es el riesgo de incendios en el área de estudio considerado.

El análisis de los registros obtenidos en los observatorios termo-pluviométricos de primer orden a través de este estudio, ha permitido conocer los valores medios anuales y mensuales de precipitación, temperatura, temperatura máxima y temperatura mínima.

En el estudio concreto de los incendios considerados, se ha utilizado el total de las estaciones termométricas, para obtener valores de temperatura máxima y temperatura mínima del día del incendio, día previo y media de los cuatro días anteriores al inicio. Para las estaciones pluviométricas, se ha calculado el número de días previos sin registro de lluvia en el observatorio, la precipitación del día previo al inicio y la precipitación acumulada durante el incendio.

Los registros de humedad relativa y viento obtenidos en los Aeropuertos de Zaragoza y Monforte, aunque no son representativos para toda la zona de estudio, han aportado la información característica de la Depresión del Ebro, en la que las variaciones y la complejidad topoclimática es menor. Por este motivo se ha estandarizado para todos los incendios y se han analizado de forma general los datos medios anuales y mensuales de humedad relativa, registros a las 07 y 13 horas solares para el día de inicio y la media de los registros mínimos de los cuatro días previos.

Al igual que la pendiente, el viento contribuye a la propagación y tiene efectos claros sobre la aceleración de la combustión. Una vez iniciado el incendio se han considerado para este estudio los valores de velocidad (km/h), dirección (grados sexagesimales)<sup>1</sup> y si es el caso, los cambios notables de viento que puedan modificar la trayectoria del incendio.

## II. Variables sinópticas

Asimismo, cada agrupación sinóptica ha sido complementariamente caracterizada con el análisis de la dirección del viento y la circulación ciclónica (borrascas en altura) en la topografía de 500 hPa, el seguimiento de entrada de masas cálidas a 850 hPa y la evolución de las anomalías en el gradiente isobárico en superficie, tan importante en los tipos de tiempo veraniegos (baja térmica y pantano barométrico). Finalmente, en función del flujo de masas de aire predominante a lo largo de los cinco días estudiados (día de inicio y cuatro días previos), se han agrupado en los tres grandes conjuntos de situaciones sinópticas descritas por Monserrat (1998): las septentrionales o del norte, las meridionales o del sur y las zonales o del oeste.

VAR. NUMÉRICAS	DESCRIPCIÓN	VAR. CATEGÓRICAS	DESCRIPCIÓN
<b>ISOTERMA_850</b>	Isoter. 850 hPa día de inicio (°C)	<b>COD_SIPNOPTICO</b>	Código sinóptico
<b>D1_ISOTERMA_850</b>	Isoter. 850 hPa día previo (°C)	<b>TIPO_SINOPTICO</b>	Tipo sinóptico día inicio
<b>D2_ISOTERMA_850</b>	Isoter. 850 hPa 2 días previos (°C)	<b>DV_850</b>	Dir. viento a 850 hPa día inicio
<b>D3_ISOTERMA_850</b>	Isoter. 850 hPa 3 días previos (°C)	<b>DV_500</b>	Dir. viento a 850 hPa día inicio
<b>D4_ISOTERMA_850</b>	Isoter. 850 hPa 4 días previos (°C)	<b>1_TIPO_SINOPTICO</b>	Tipo sinóptico día previo
<b>TMAX</b>	Temp. máxima día de inicio (°C)	<b>1_DV_850</b>	Dir. viento a 850 hPa día previo
<b>TMAX_1</b>	Temp. máxima del día previo (°C)	<b>1_DV_500</b>	Dir. viento a 500 hPa día previo
<b>TmMAX</b>	Temp. máxima media (4 días prev)	<b>2_TIPO_SINOPTICO</b>	Tipo sinóptico 2 días previos
<b>TMIN</b>	Temp. mínima día de inicio (°C)	<b>2_DV_850</b>	Dir. viento a 850 hPa 2 días prev
<b>TMIN_1</b>	Temp. mínima día previo (°C)	<b>2_DV_500</b>	Dir. viento a 500 hPa 2 días prev
<b>TmMIN</b>	Temp. mínima media (4 días prev)	<b>3_TIPO_SINOPTICO</b>	Tipo sinóptico dos días previos
<b>DIAS SIN LLOVER</b>	Núm. de días sin lluvia	<b>3_DV_850</b>	Dir. viento a 850 hPa 3 días prev
<b>P_ACUM_1</b>	Prec. acumulada el día previo	<b>3_DV_500</b>	Dir. viento a 500 hPa 3 días prev
<b>P_ACUM_INC</b>	Precip. Acum.. durante el incendio	<b>4_TIPO_SINOPTICO</b>	Tipo sinóptico 3 días previos
<b>HR_MIN</b>	Hum. relativa mínima día inicio (%)	<b>4_DV_850</b>	Dir. viento a 850 hPa 4 días prev
<b>HR_07</b>	Hum. Relat a las 07 hora solar (%)	<b>4_DV_500</b>	Dir. viento a 500 hPa 4 días pre
<b>HR_mMIN</b>	Hum. relat mín. media (4 días prev)	<b>V_DV</b>	Dirección del viento hora inicio
<b>VV</b>	Vel del viento hora de inicio (km/h)	<b>V_CAMBIO</b>	Cambio de viento durante el inc.

Tabla 5. Variables sinópticas y meteorológicas utilizadas en el estudio

<sup>1</sup> Posteriormente es categorizado en octantes (N, NE, E, SE, S, SW, W, NW)

## b) Factores estructurales

### I. Variables de relieve

A continuación se realiza un breve análisis de los componentes de relieve obtenidos a partir del MDT. En este sentido, el análisis se realiza con las condiciones de escala determinadas por el Modelo Digital de Elevaciones (MDE) utilizado para la obtención de variables topográficas.

La hipsometría, la orientación del terreno respecto al sol, la pendiente y la geomorfología son los rasgos principales del relieve, siendo una fase fundamental para cualquier estudio que acometa el medio físico y más aún cuando la topografía y la configuración de las cuencas se convierten en el factores dominantes que conducen los incendios de la montaña media.

El importante papel de la altitud viene determinado por la relación directa con otras variables físicas como la pendiente, el gradiente térmico o pluviométrico.

La orientación del combustible en la pendiente respecto a la radiación solar y por consiguiente su temperatura, el tipo de vegetación y el calentamiento diferencial de las masas de aire, van a ejercer un riesgo variable en función de la hora del día, con una mayor influencia de los vientos topográficos.

La pendiente es un factor importante al favorecer el ascenso a mayor velocidad del frente del incendio y forma una componente de peso el vector de propagación del incendio, especialmente en zonas montañosas.

De cada una de las variables topográficas descritas anteriormente, se han obtenido para cada incendio contemplado en el área de estudio, valores mínimos y máximos, rangos, desviaciones, superficies totales y superficies agrupadas en clases

### II. Variables de vegetación

La vegetación forestal quemada se divide en arbolada y no arbolada. En este estudio se han registrado las superficies contenidas en el parte de incendio, ya que la reconstrucción post incendio con fotointerpretación no permitía diferenciarlas.

Se ha realizado una clasificación en función de la tipología de la vegetación; pastizal, matorral, bosques, restos y sus posibles combinaciones, hasta un total de los 15 modelos de combustible.

VAR. NUMÉRICAS	DESCRIPCIÓN	VAR. CATEGÓRICAS	DESCRIPCIÓN
MDT_MIN	Altitud mínima (m)	VEGETACIÓN	Tipo vegetación
MDT_MAX	Altitud máxima (m)		
MDT_RANGO	Rango de altitud (m)		
MDT_MEDIA	Altitud media (m)		
MDT_STD	Desviación típica de la altitud (m)		
SUP_EXP_NE	Sup. espuesta al noreste (ha)		
SUP_EXP_E	Sup. espuesta al este (ha)		
SUP_EXP_SE	Sup. espuesta al sureste (ha)		
SUP_EXP_S	Sup. espuesta al sur (ha)		
SUP_EXP_SW	Sup. espuesta al suroeste (ha)		
SUP_EXP_W	Sup. expuesta al oeste (ha)		
SUP_EXP_NW	Sup. expuesta al noroeste (ha)		
SUP_EXP_N	Sup. espuesta al norte (ha)		
PTE_MIN	Pendiente mínima (%)		
PTE_MAX	Pendiente máxima (%)		
PTE_RANGO	Rango de pendiente (%)		
PTE_MEDIA	Pendiente media (%)		
PTE_STD	Desviación típica de la pte (%)		
SUP_PTE_10	Superficie de pendiente <10%		
SUP_PTE_20	Superficie de pendiente 10-20%		
SUP_PTE_45	Superficie de pendiente 20-45%		
SUP_PTE_550	Superficie de pendiente >45%		

Tabla 6. Variables de relieve y vegetación utilizadas en el estudio

Toda la información relativa a los factores estructurales de los incendios estudiados se ha integrado en la Base de Datos de Incendios Históricos.

### c) Factores intrínsecos del incendio

#### I. Duración del incendio

La duración del incendio da una idea de la magnitud del suceso, aunque no siempre está directamente relacionada. El concepto *hora de inicio* u *hora de detección* corresponde al momento en que se produce la primera alarma, es decir, el momento que hay constancia de un incendio activo en la central provincial de emergencias. Puede coincidir o no con el momento de la ignición.

Se denomina *hora de extinción* al momento en el incendio queda totalmente apagado y los medios de extinción se retiran de la zona. Este término ha ido variando a lo largo del tiempo apareciendo en la primera década de los noventa el concepto de *incendio controlado*, que corresponde a aquel incendio que todavía cuenta con focos activos pero deja de propagarse. Hoy en día aparece un nuevo subtipo; *incendio estabilizado* (que no se anota en el parte de incendio) sustituyendo conceptualmente a la “histórica” hora de control y ésta a su vez, pasa a reemplazar prácticamente a la que se conceptualizaba como hora de extinción.

Estos cambios producidos en la terminología, posiblemente como consecuencia del temor y la repercusión mediática que puede generar que un incendio extinguido se “reproduzca” o que una vez controlado, se “descontrole”, hacen imposible conocer realmente las horas de actividad de fuego y por lo tanto su velocidad e intensidad de propagación.

Como valor promedio, para este estudio se han utilizado las horas de propagación, entendidas como aquellas comprendidas entre detección y extinción para los incendios más antiguos y entre la detección y el control desde el año 1991.

#### II. Peso de la intervención

El peso de la intervención hace referencia al número de medios de extinción que han actuado en cada uno de los incendios. El objetivo es englobar el número de trabajadores, maquinaria y medios aéreos en una sola variable categórica. La heterogeneidad de la información obtenida del parte de incendio hace necesario su agrupación y clasificación mediante la matriz (Tabla 7).

Peso interv	Nº trab <sup>1</sup>	Nº maq <sup>2</sup>	Nº mmaa <sup>3</sup>
Bajo	< 50	< 5	0
Medio	51-150	6-10	1-5
Alto	> 150	> 10	> 5

Tabla 7. Matriz de clasificación del peso de la intervención en el incendio forestal

#### III. Características geométricas del perímetro

Las variables dimensionales extraídas del proceso de reconstrucción del perímetro aportan información tanto de la dimensión como de la forma. El área quemada, situada en su marco espacio-temporal, sintetiza y engloba el total de variables intrínsecas a cada incendio que contempla el presente estudio, además de constituir la seña de identidad única, la “huella” plasmada en una buena porción del territorio aragonés.

<sup>1</sup> El número de trabajadores (Nº trab) engloba a Técnicos, Guardas Forestales, Peones de Cuadrillas Forestales, Guardia Civil, Voluntarios y Militares.

<sup>2</sup> El número de maquinaria (Nº maq) lo forman el número de tractores agrícolas, camiones y maquinaria pesada.

<sup>3</sup> Los medios aéreos (mmaa) lo componen Aviones Anfíbios, Avionetas de Carga en Tierra, Aviones de Comunicación y Observación, Helicópteros de Transporte, Helicópteros de Extinción y Helicópteros de Coordinación.



Además de la superficie total afectada (ha) o la longitud del perímetro (m), se han calculado otras variables como el coeficiente de forma (cf), obtenidos del cociente de la longitud máxima (L) y mínima (l) del área perimetral (ambas mediciones en km):

$$cf = \frac{L}{l}$$

#### IV. Dirección de propagación y tipo de fuego

Finalmente, para cada incendio se ha identificado el tipo de fuego según el combustible por el que se propagó el incendio (subsuelo, superficie o copas), así como la dirección predominante de propagación o dirección del eje principal del mismo y, en su caso, si hay cambios en la dirección de propagación.

VAR. NUMÉRICAS	DESCRIPCIÓN	VAR. CATEGÓRICAS	DESCRIPCIÓN
HORAS_INCENDIO	Horas de propagación (h)	CAUSA	Causalidad del incendio
N_TRABAJADORES	Número de trabajadores (ud)	PESO_INTERV	Peso de la intervención
N_MAQUINARIA	Número de maquinaria (ud)	DIR_PROP_IF	Direc. de propagación
N_MEDIOS_AEREOS	Número de medios aéreos (ud)	IDTIPOFUEGO	Tipo de fuego
SUP_PERIMETRADA	Superficie perimetrada (ha)		
L_PERIMETRO	Longitud del perímetro (m)		
F_PERIMETRO	Coeficiente de forma del perímetro		

Tabla 8. Variables intrínsecas del propio incendio

#### d) Tratamiento estadístico

Con objeto de reducir la dimensión y agrupar la gran cantidad de variables obtenidas de los partes de incendio, de la información meteorológica y las generadas en el proceso de análisis de los factores estructurales tras la reconstrucción del perímetro, se realiza la separación mediante el análisis de componentes principales. Esta técnica permite realizar combinaciones lineales de las variables cuantitativas integradas originalmente en el análisis (topográficas, meteorológicas, geométricas, etc.) de forma que se extraen componentes con un orden de prioridad: la primera componente principal tiene una variación máxima, la segunda componente la siguiente variación y así sucesivamente.

- *Valor propio o eigenvalor*: explica la variación de cada componente principal en orden de la más grande a la más pequeña (primer componente principal, segundo componente principal, y así sucesivamente).
- *Vector propio o eigenvector*: muestra el valor de cada uno de los vectores que forman la componente principal.

$$\text{Vector}_\text{propio} * \sqrt{\text{Valor}_\text{propio}} = \text{Coef. correlación}$$

Tanto valores propios como vectores están directamente relacionados con la correlacionalidad entre las distintas variables. Usando estos coeficientes para formar una combinación lineal de las variables originales se producen las variables de la componente principal. Un mayor coeficiente de correlación implica una mejor explicación de la componente o factor extraída.

Una mayor longitud del vector implica una mejor correlación de las variables que contiene la componente que quedarán mejor representadas cuanto más próximas estén al eje. Por el contrario, el ángulo próximo a 90° que forman las dos componentes indica diferencias significativas entre ellas y hace posible su discriminación.

El primer análisis estadístico se realiza con SAS 9.2, módulo *Análisis de datos interactivo*. Se obtienen los primeros grupos de variables existentes explicando las mayores correlaciones en componentes. La representación final de los datos se ha realizado con el programa JMP 8.0.1 (2008) ya que genera la misma información que SAS pero tiene una mayor capacidad para representar gráficamente los datos analizados. JMP fue desarrollado por Instituto de SAS Inc. en 1989 y aunque no es una parte del Sistema de SAS, porciones de JMP son compatibles.

De forma que no se reste significación al desechar registros por no contener todos sus campos completos, se eliminan las tres variables relativas al peso de la intervención y una topográfica por contener información irregular y presentar gran cantidad de valores nulos.



## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## 4.1. Caracterización climática

### 4.1.1. Precipitación

#### I. Precipitaciones anuales

De forma que representen las principales unidades de paisaje dentro del área de estudio se han elegido aquellas seis estaciones que cuentan con series de más de 30 años de datos.

Estación	Serie	Muy seco	Seco	Normal	Lluvioso	Muy lluvioso
Nocito	73-05	571	743	846	920	1080
Bernues	70-08	485	576	669	754	836
Biel	70-08	624	745	849	958	1075
Marracos	70-08	245	364	417	523	783
Monflorite	70-08	277	407	473	521	589
Zaragoza	70-08	183	255	280	349	408

Tabla 9. Intervalos de precipitación para distintas clasificaciones (datos en milímetros)

Como se puede ver en los gráficos que se incorporan a continuación (Figura 18), hay una serie de años, que podemos considerar *muy secos* y se dan en la mayoría de los observatorios:

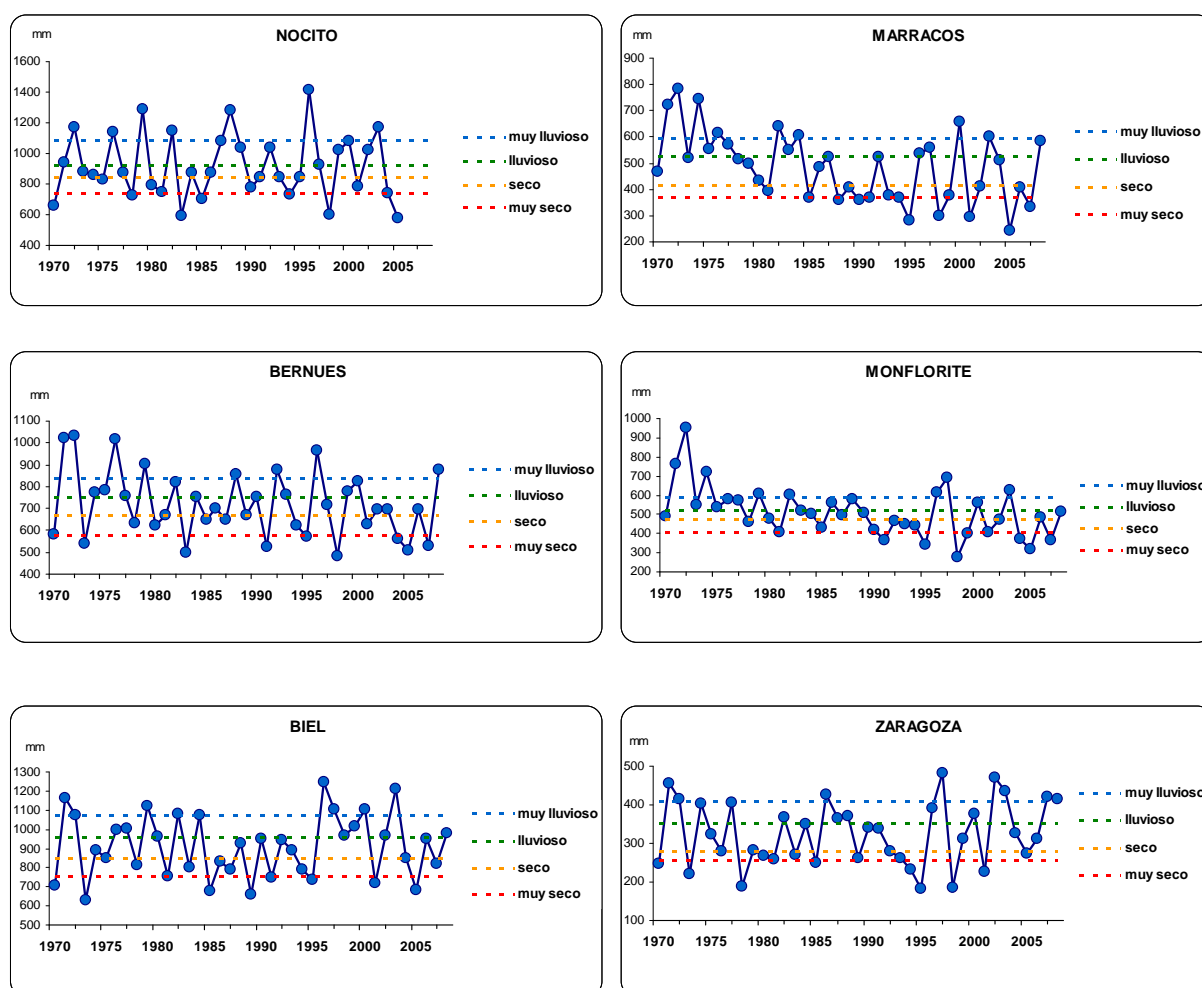


Figura 18. Clasificación de los años por el total pluviométrico

AÑO	Zona representada	Mínimos pluviométricos (mm)
1970	Valle Medio del Ebro y Prepirineo	Nocito (707), Biel (707)
1973	Valle Medio del Ebro y Prepirineo	<b>Biel (630)</b> , Bernués (541), Zaragoza(221)
1978	Valle Medio del Ebro	Zaragoza (187)
1981	Todo el área de estudio	Biel (755)
1983	Prepirineo	Nocito (594), Bernués (499)
1985	Prepirineo y Valle del Ebro	Nocito (702), Biel (678)
1994	Todo el área de estudio	Zaragoza (232)
1995	Todo el área de estudio	Marracos (283), Monflorite (334), <b>Zaragoza (183)</b>
1998	Todo el área excepto Prep. occidental	<b>Bernués (485)</b> , Marracos (297), <b>Monflorite (277)</b> , Zaragoza (184)
2001	Depresión del Ebro y Prep. occidental	Biel (720), Marracos (294), Zaragoza (228)
2005	Todo el área de estudio	<b>Nocito (581)</b> , Bernués (510), <b>Marracos (245)</b> , Monflorite (320),

Tabla 10. Años clasificados como muy secos en el área de estudio. Hace referencia a la zona que representa el observatorio y mínimos pluviométricos registrados (en negrita mínimo absoluto de la serie)

En contraposición de lo expuesto anteriormente, también se pueden observar algunos años que se comportan en líneas generales como *muy húmedos*:

AÑO	Zona representada	Máximos pluviométricos (mm)
1971	Todo el área de estudio	Biel (1165), Bernués (1021), Marracos (725), Zaragoza(455)
1972	Todo el área de estudio	<b>Bernués (1032)</b> , <b>Marracos (783)</b> , <b>Monflorite (952)</b>
1996	Prepirineo oriental y Hoya de Huesca	<b>Nocito(1415)</b> , <b>Biel (1247)</b> , Bernués(966), Monflorite (617)
1997	Depr. del Ebro y Depr. intrapirenaica	Monflorite (691), <b>Zaragoza (481)</b>
2003	Depresión del Ebro y Prep. oriental	Nocito (1171), Monflorite (624), Zaragoza(435)

Tabla 11. Años clasificados como muy húmedos en el área de estudio. Hace referencia a la zona que representa el observatorio y máximos pluviométricos registrados (en negrita máximo absoluto de la serie)

La fuerte variabilidad interanual de la precipitación total queda demostrada en las representaciones gráficas de cada estación, en las que es difícil se apreciar posibles tendencias de la precipitación caída. Las series estudiadas, los observatorios de Monflorite y Marracos, en plena Depresión parecen representar cierta tendencia hacia una disminución de las precipitaciones, especialmente en las décadas de los 80 y 90. No es así en el Aeropuerto de Zaragoza ni el resto de estaciones estudiadas del Prepirineo.

Períodos secos excepcionales se relacionan con el inicio de grandes incendios, entre ellos el incendio de Murillo de Gállego en agosto de 1986, con 52 días sin lluvia y más de 2000 ha calcinadas o el GIF de Zuera en Junio de 1995 en el que ardieron casi 4000 ha tras 32 días sin registros de precipitación.

## II. La estacionalidad

El transcurso de las estaciones en estas latitudes está directamente relacionado con la posición de los principales centros de acción. El reparto mensual en las estaciones y la caracterización de cada una de ellas se describen a continuación:

### *La primavera (marzo, abril y mayo)*

La transición de la estación fría al calor estival se realiza a través de una gran variedad y tipos de tiempo. En su conjunto se caracteriza por inestabilidad atmosférica debida al paso de perturbaciones ligadas al frente polar.

En esta época los tipos ciclónicos son los más representados (52 %), por encima de los anticiclónicos (47%)(Creus, 1983).

Del Valle, (1996) clasifica los tiempos primaverales más frecuentes aquellos tipos de tiempo dominados por un centro de acción inestabilizador (entre el 30 y el 40%) y con una notable presencia también de situaciones advectivas, aunque disminuyendo progresivamente a medida que la estación avanza. Los tiempos estables alcanzan su mínima ocurrencia anual en abril y mayo (25%).

Según el análisis estacional de las precipitaciones, los observatorios más meridionales tienen registros mayores en primavera que los situados más al norte, aunque solamente el Aeropuerto de Zaragoza marca un máximo de precipitación en primavera.

Del Valle, (1996) señala que el área que cuenta con precipitaciones máximas en primavera es bastante amplia, extendiéndose por la gran mayoría de tierras meridionales y orientales, abarcando también gran parte de la Cuenca media del Gállego y la Cuenca del Guarga. También apunta un progresivo aumento de las precipitaciones a mediada que nos desplazamos hacia el este, probablemente propiciado por la mayor altitud que toma el sector central del Prepirineo.

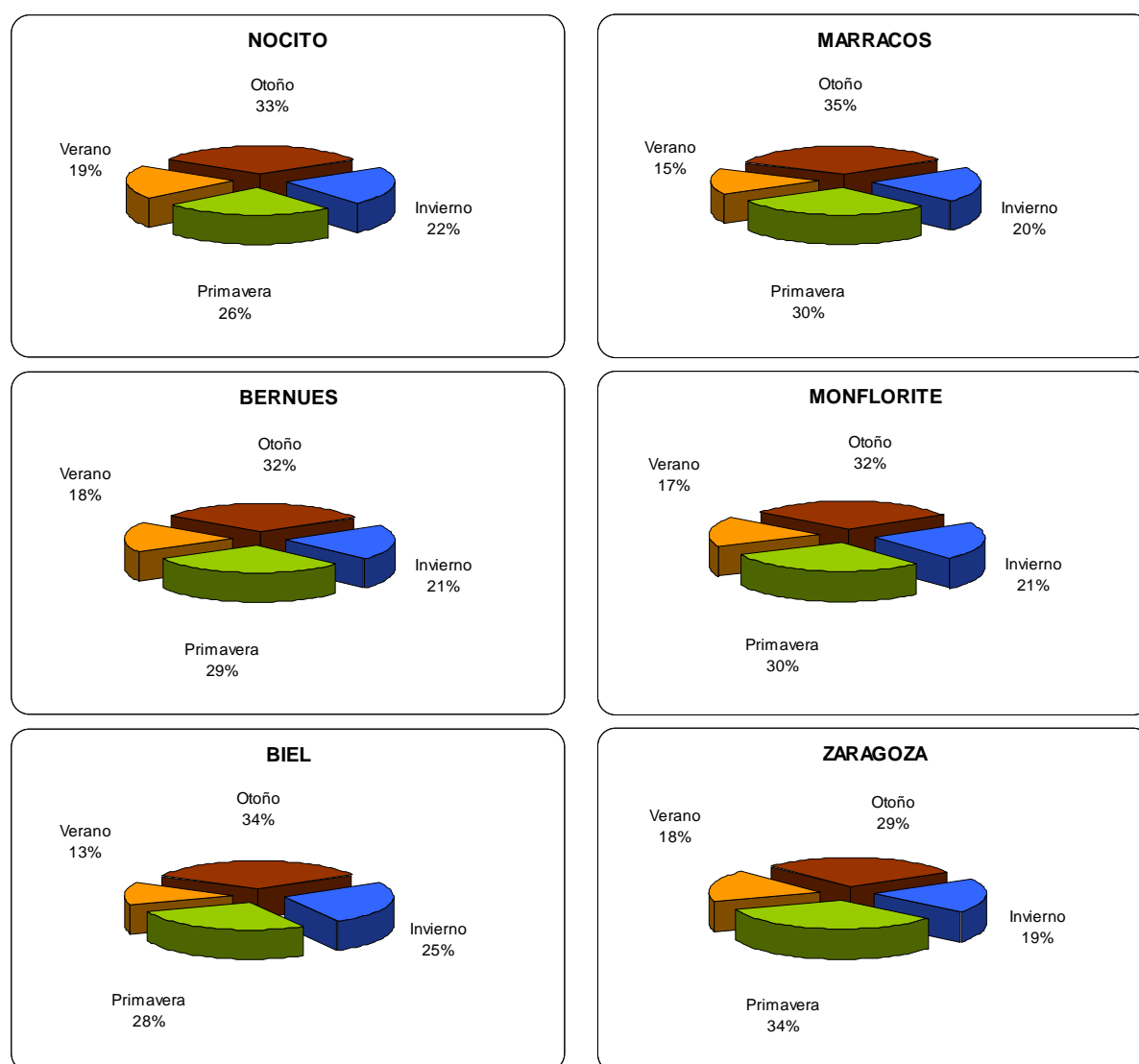


Figura 19. Distribución estacional de las precipitaciones en el período 1992-2008

### ***El verano (junio, julio y agosto)***

El retroceso del frente polar y la expansión del anticiclón de las Azores conlleva el bloqueo de la circulación zonal y provoca una reducción de los flujos del oeste.

La dinámica estabilizadora del anticiclón de las Azores es responsable de tiempos secos y soleados de verano.

En ocasiones este calentamiento peninsular puede provocar una disminución de la densidad del aire en capas bajas y por lo tanto de la presión. Las bajas térmicas creadas en capas superficiales en contacto con tierras recalentadas, tienen poca capacidad de precipitar o lo hacen de forma muy localizada. El aire cálido en altura reduce la capacidad inestabilizadora de movimientos convectivos en superficie pero cuando esta masa de aire en altura, es sustituida por otra de carácter frío, se produce una fuerte inestabilidad, dando lugar a tiempos perturbados.

Según Creus (1983) el total de días anticiclónicos del verano suponen el 75% frente a un 25% de los tipos ciclónicos.

Del Valle (1996) diferencia un 20% de las situaciones anticiclónicas de los meses de julio y agosto como baja térmica, pantano barométrico o situación indefinida, que también significan estabilidad atmosférica.

El verano aporta el mínimo de precipitación estacional en todos los observatorios estudiados que, además es ligeramente mayor conforme se avanza hacia el este.

Este aumento generalizado de las precipitaciones primaverales y estivales hacia el este se relaciona con la progresiva continentalización de las masas de aire en su desplazamiento en sentido oeste-este, que supone un calentamiento por la base, lo que favorece la inestabilidad, facilitando y reforzando los movimientos convectivos que se presentan en esta época (Del Valle, 1996) y que son tratados posteriormente.

### ***El otoño (septiembre, octubre y noviembre)***

De forma similar al tiempo primaveral, el otoño es una estación de transición entre el verano y el invierno, a través de la reducción de los tipos anticiclónicos a favor de los días perturbados.

El anticiclón de las Azores se debilita y es empujado hacia latitudes más meridionales. Las perturbaciones del frente polar alcanzan nuestras posiciones y dan origen a flujos del oeste que aportan frecuentes precipitaciones.

Un 67% de tipos anticiclónicos contra un 33% ciclónicos muestran el aumento de estos últimos con respecto a los tiempos veraniegos, pero sin llegar a alcanzar el máximo anual que corresponde a la primavera (Creus, 1983).

De esta forma se obtienen máximos de precipitación otoñal en La Hoya de Huesca, Somontanos (centrales y occidentales), Sierras Exteriores y en la Depresión Media. El máximo otoñal se encuentra en la estación de Biel, en el sector occidental de las Sierras Exteriores con 320 mm. El predominio de origen atlántico sobre el mediterráneo de los frentes y las masas de aire parecen ser las causas principales de las mayores registros en sector central y occidental de la zona de estudio durante el otoño.

### ***El invierno (diciembre, enero y febrero)***

Durante los meses invernales el anticiclón de las Azores se ha retirado hacia el sur debido al empuje de las masas frías polares. Es entonces cuando las bajas presiones descienden en latitud en forma de corrientes en chorro, o uno de sus ramales, provocando fuertes precipitaciones.

En ocasiones los anticiclones térmicos formados en Europa Central se extienden hasta la Península. Este aire continental nos llega como viento del noreste. Ocasionando olas de frío, bien por la propia temperatura del aire o por la irradiación que da lugar al cielo despejado (Creus, 1983).

El anticiclón atlántico también puede causar tiempo estable, vientos de oeste-noroeste, temperaturas suaves, escasas precipitaciones y nieblas matutinas.

Creus (1983) diferencia en invierno un 41% de tiempos perturbados (frente a un 58% de los anticiclónicos) si bien solamente el 36% aportan precipitaciones frente a un 64% de tiempos secos.

Los registros obtenidos de los meses invernales clasifican la estación como la segunda más seca después del verano. Del Valle (1996) sitúa el extremo noroeste del Prepirineo como la zona más húmeda en invierno y lo relaciona con su posición occidental, que permite una cierta llegada de influencias oceánicas del oeste y noroeste.

#### 4.1.2. Temperatura

##### I. Temperatura media (Tm)

Los valores de la Tabla 12 muestran los valores mensuales y anuales para la serie 1970-2008 de los observatorios de primer orden.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
<b>Nocito</b>	3,0	4,2	7,1	8,1	12,6	16,6	19,5	19,9	15,6	11,3	6,3	3,9	10,7
<b>Bernues</b>	4,0	5,1	8,0	8,9	13,6	17,8	20,6	20,8	16,5	12,1	7,1	4,5	11,6
<b>Biel</b>	4,0	5,1	8,3	9,3	14,0	17,7	20,5	20,7	16,3	11,9	7,0	4,3	11,6
<b>Marracos</b>	5,2	6,9	10,3	11,9	16,5	20,8	23,2	23,2	18,8	14,6	9,2	5,9	13,9
<b>Monflorite</b>	5,2	7,4	10,6	12,1	15,5	21,0	24,0	23,9	19,3	14,9	9,1	5,6	14,0
<b>Zaragoza</b>	6,6	8,5	11,9	13,9	18,5	22,8	25,4	25,3	20,9	16,2	10,6	7,0	15,6

Tabla 12. Temperatura media (Tm) mensual y anual (°C)

Los valores medios muestran un marcado gradiente altitudinal, coincidiendo las Tm en aquellos observatorios con altitudes similares.

Las tierras llanas meridionales rondan los 14° de media y alcanzan su máximo en el Valle Medio del Ebro con 15,6° en el Aeropuerto de Zaragoza. Estos valores disminuyen con la latitud y con el aumento de cota, así Nocito obtiene los mínimos registros (10,7° a 931 m.) y Bernués y Biel coinciden en 11,0° de Tm anual.

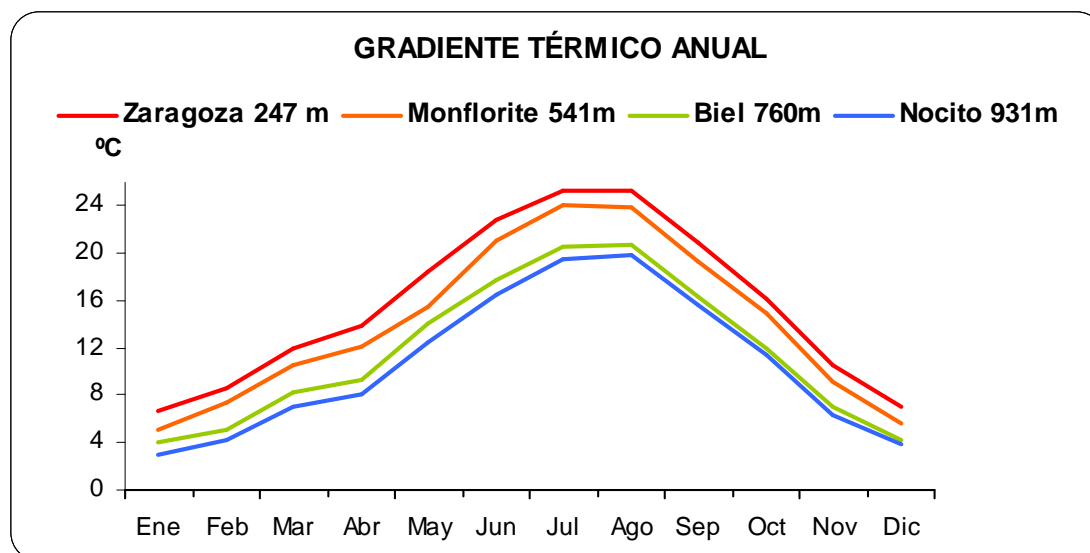


Figura 20. Gradiente térmico anual de las estaciones de primer orden<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Se han excluido en el gráfico las estaciones de Bernues y Marracos por registrar valores similares a Biel y Monflorite respectivamente

Por cuanto refiere a temperaturas medias mensuales, enero resulta ser el mes más frío, con valores comprendidos entre los 6,6° de Zaragoza y los 3° de Nocito. En contraposición, agosto es el mes más cálido en la mayoría de estaciones, seguido muy de cerca del mes de julio. Se vuelve a encontrar los valores extremos en Zaragoza con 25,4° en el mes de julio frente a los 19,9° de Nocito en agosto.

En general, entre enero y febrero el aumento térmico de las temperaturas es débil (entre 1,1° y 2,2°) y sigue siendo moderado entre los meses de marzo y abril. Entre los meses de mayo y abril, las Tm registran el ascenso más fuerte (entre 2,2° y 5,5°). Julio y agosto parecen mantener las Tm con variaciones en torno a 1°, diferencia que aumenta al llegar el mes de septiembre. El descenso entre septiembre y octubre oscila entre los 4,3° y 5,6° y se modera en noviembre diciembre (entre 2,4° y 3,6°).

### ***Tendencia de la temperatura media anual (Tm anual)***

La representación de los valores de Tm anual y sus medias móviles ayudan a suavizar su evolución de año en año apreciando mejor la tendencia del conjunto a lo largo de la serie (Del Valle, 1996).



**Figura 21. Temperatura media anual (°C) y media móvil de 5 años para el período 1970-2008**

Después de algunos años atípicamente cálidos, la primera década de los años 70 se caracteriza por tener las temperaturas más bajas del período. Por el contrario, durante la primera mitad de los ochenta y un período corto a mediados de los noventa, las temperaturas se recuperan por encima de los valores medios.

Años especialmente cálidos como 1981 o 1994 corresponden con períodos de alta actividad de fuego mientras que años más fríos como 1984 o 1993 se caracterizan por registrar pocos incendios y de menor superficie. Esta relación temperatura-actividad de incendio no sigue una regla proporcional, es decir, cada período especialmente cálido no implica gran actividad de fuego pero si es cierto que los años más catastróficos, las temperaturas estaban por encima de las medias.

La evolución a lo largo de la serie marca una clara tendencia hacia un aumento de la Tm especialmente en los observatorios más meridionales y Bernués mientras que en Biel y Nocito parece mantenerse, divagando a lo largo de la serie.

## II. Temperatura media de las máximas (TmMax)

La temperatura media mensual de las máximas (TmMax) se muestra en la Tabla 13.

TmMax	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
Nocito	8,4	10,2	13,9	14,1	19,3	24,3	27,9	28,1	22,9	17,3	11,9	9,1	17,3
Bernués	7,9	9,6	12,9	13,6	18,7	23,7	27,0	27,0	21,8	16,3	10,8	8,1	16,4
Biel	7,6	9,4	13,7	14,7	20,3	24,5	27,8	27,6	22,1	16,3	10,6	7,5	16,8
Marracos	8,8	11,6	15,4	17,0	22,0	27,0	29,8	29,4	24,2	19,1	13,1	9,3	18,9
Monflorite	9,0	12,3	16,3	18,0	21,5	28,2	31,6	31,0	25,4	19,7	13,2	9,3	19,6
Zaragoza	10,6	13,6	17,8	19,8	24,8	29,6	32,4	32,0	26,8	21,2	14,8	10,9	21,2

Tabla 13. Medias mensuales y anual (°C) de las temperaturas máximas.

El mes de julio registra TmMax ligeramente más altas en todos los observatorios excepto en Nocito cuya serie registra valores superiores en el mes de agosto. Bernués registra un empate entre los dos meses de más calor. Los valores más suaves se registran en los observatorios más norteños y van aumentando en los Somontanos y más aún en la Depresión. El observatorio de Nocito, pese a mantener una posición más elevada (931 m.), registra TmMax superiores a Biel o Bernués como se muestra en la Figura 22.

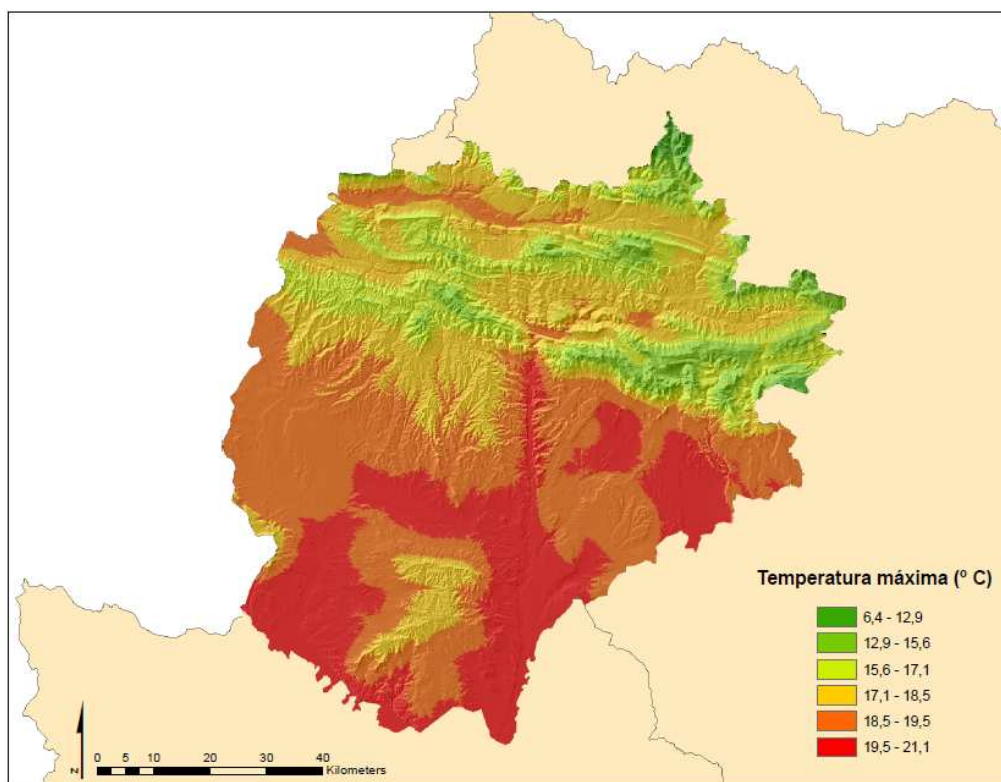


Figura 22. Temperaturas máximas estacionales en el área de estudio (Atlas climático de Aragón)



### III. Temperatura media de las mínimas (tmMin.)

La media de las temperaturas mínimas del año oscila entre los 4,1° de Nocito y los 10° de Zaragoza.

tmMin	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
Nocito	-2,4	-1,9	0,3	2,1	5,8	8,7	11,1	11,6	8,3	5,4	0,9	-1,2	4,1
Bernues	0,1	0,7	3,1	4,2	8,5	11,8	14,2	14,7	11,2	7,8	3,3	0,9	6,7
Biel	0,3	0,8	2,8	3,9	7,7	10,9	13,3	13,9	10,5	7,5	3,4	1,1	6,3
Marracos	1,7	2,2	5,1	6,7	10,9	14,5	16,7	17,0	13,5	10,0	5,3	2,6	8,8
Monflorite	1,3	2,4	4,9	6,1	9,5	13,9	16,4	16,8	13,3	10,1	4,8	1,9	8,5
Zaragoza	2,7	3,4	6,0	7,9	12,2	16,0	18,2	18,5	15,0	11,0	6,2	3,1	10,0

Tabla 14. Medias mensuales y anual (°C) de las temperaturas mínimas

Como se aprecia en la Tabla 14 es enero el mes que registra la tmMin más baja en todos los observatorios. Las temperaturas más suaves aparecen en Marracos, Monflorite y Zaragoza mientras que Nocito registra los valores más bajos. Los fenómenos de inversión térmica son especialmente frecuentes en este mes.

Las tmMin de Agosto son las más elevadas del año, siendo ligeramente superiores a las del mes de Julio. En puntos deprimidos, las mínimas del mes de agosto rondan los 16°-17° y llegan a alcanzar los 18,5 ° en el Aeropuerto de Zaragoza.

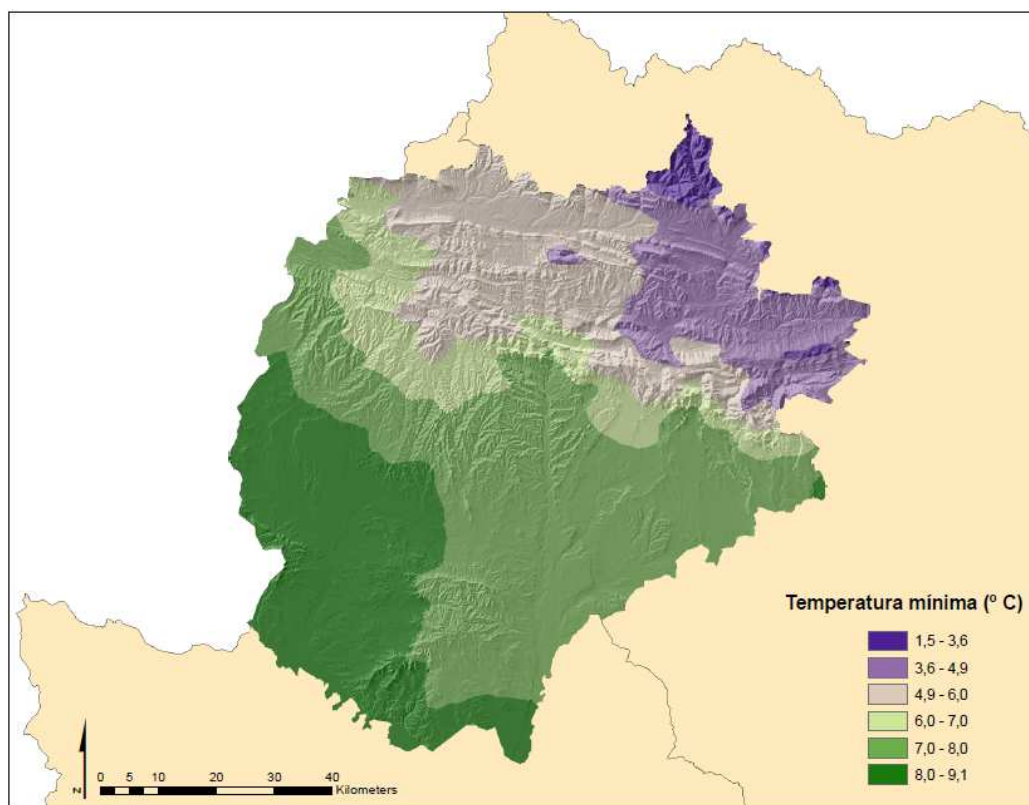
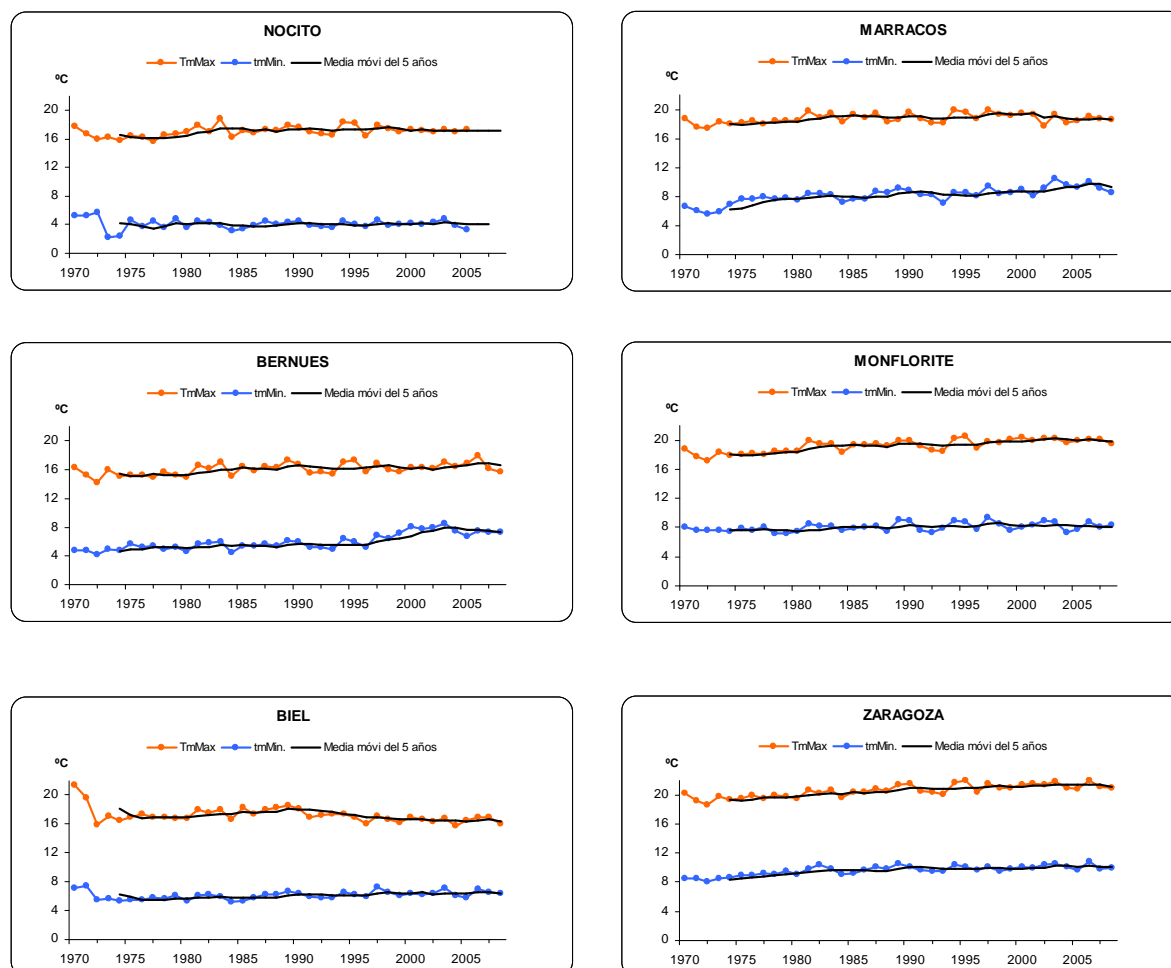


Figura 23. Temperaturas mínimas estacionales (Atlas climático de Aragón)

### ***Tendencia de la temperatura media máxima anual (TmMax anual) y temperatura media mínima anual (tmMin anual)***

La representación de los valores de TmMax anual, TmMin anual y sus medias móviles ayudan a suavizar su evolución de año en año apreciando mejor la tendencia del conjunto a lo largo de la serie (Del Valle, 1996).



**Figura 24. Temperatura media de las máximas (TmMax), temperatura media de la mínimas (tmMin) y media móvil de 5 años para el período 1970-2008**

Teniendo en cuenta la tendencia de las temperaturas observadas en la Figura 21 y Figura 24 para el período 1970-2008, hay una serie de años que se sitúan por encima de los valores medios. Podemos considerarlos como *cálidos* o *muy cálidos* y se dan en la mayoría de los observatorios:

AÑO	Nocito	Bernués	Biel	Marracos	Monflorite	Zaragoza
1975	Muy cálido	Cálido	-	Cálido	-	Cálido
1976		-	-	Cálido	-	Muy cálido
1977	Muy cálido	-	-	Cálido	-	Cálido
1978	-	-	-	Cálido	-	-
1979	-	-	-	Cálido	-	Cálido
1981	Muy cálido	Muy cálido	Muy cálido	Muy cálido	Muy cálido	Muy cálido
1982	-	Muy cálido	Muy cálido	Cálido	Muy cálido	Cálido
1983	Cálido	Muy cálido	Cálido	Muy cálido	Muy cálido	Muy cálido
1987	Cálido	Muy cálido	Muy cálido	Muy cálido	Cálido	Muy cálido
1988	Cálido	Cálido	Muy cálido	-	-	-
1989	Muy cálido	Muy cálido	Muy cálido	-	Muy cálido	Muy cálido
1990	Muy cálido	Cálido	-	Muy cálido	Muy cálido	Cálido
1994	Muy cálido	Muy cálido	Cálido	Muy cálido	Muy cálido	Muy cálido
1995	Cálido	Muy cálido	-	Muy cálido	Muy cálido	Muy cálido
1997	-	Muy cálido	Cálido	Muy cálido	Cálido	Cálido
2000	-	Cálido	-	Cálido	Cálido	Cálido
2001	-	Cálido	-	-	-	Cálido
2002	-	Cálido	-	-	Cálido	Cálido
2003	Cálido	Muy cálido	Muy cálido	Muy cálido	Cálido	Muy cálido
2006	-	Cálido	Muy cálido	Muy cálido	-	Muy cálido

Tabla 15. Clasificación anual según los registros máximos de temperatura en cada uno de los observatorios del área de estudio para el período 1970-2008

En contraposición de lo expuesto anteriormente, también se pueden observar algunos años que se comportan en líneas generales como *fríos o muy fríos*:

AÑO	Nocito	Bernués	Biel	Marracos	Monflorite	Zaragoza
1974	Frío	-	Frío	-	-	-
1980	Cálido	Muy frío	Frío	-	-	-
1984		Muy frío	Frío	Frío	Frío	Frío
1991	Muy frío	Muy frío	Muy frío	Frío	Muy frío	Muy frío
1992	Muy frío	Muy frío	Muy frío	Frío	Muy frío	Muy frío
1993	Muy frío	Muy frío	Frío	Frío	Muy frío	Muy frío
1996	Frío	Muy frío	Frío	-	Frío	Frío
2004	Frío	Frío	Frío	-	Muy frío	Frío
2005	Frío	-	-	-	Frío	Frío
2008		Frío	Frío	-	-	-

Tabla 16. Clasificación anual según los registros mínimos de temperatura en cada uno de los observatorios del área de estudio para el período 1970-2008

#### 4.1.3. Viento

##### I. Dirección y velocidad

La velocidad y dirección del viento son dos de las características más influyentes en el comportamiento del incendio. La velocidad parece variar a lo largo del año (Figura 25) mientras que la dirección es más constante.

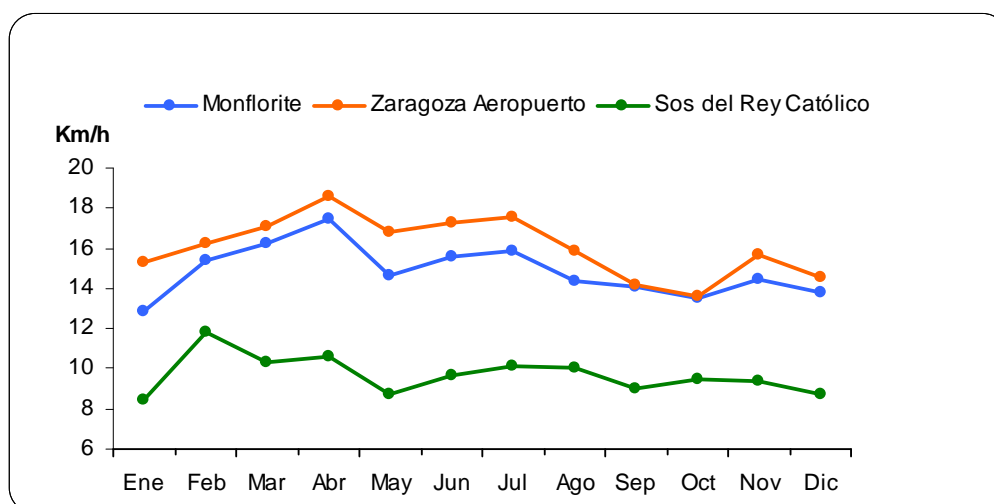


Figura 25. Velocidad media mensual del viento incluyendo calmas para el periodo 1990-2008

Como podemos observar en el gráfico anterior, el recorrido medio del viento registra sus valores máximos en el mes de abril en los dos aeropuertos aragoneses y el mes de febrero en Sos del Rey Católico. Los meses otoñales parecen recoger las intensidades más bajas en todos los observatorios.

La situación más abrigada y norteña con respecto los vientos dominantes de la Depresión hacen que la estación de Sos del Rey Católico registre valores más bajos de intensidad de viento con respecto a Zaragoza o Monflorite.

Las direcciones dominantes en los tres observatorios se reflejan en la Figura 26. Todos ellos se caracterizan por una dominancia de vientos del oeste y por mostrar componentes similares a lo largo de todo el año.

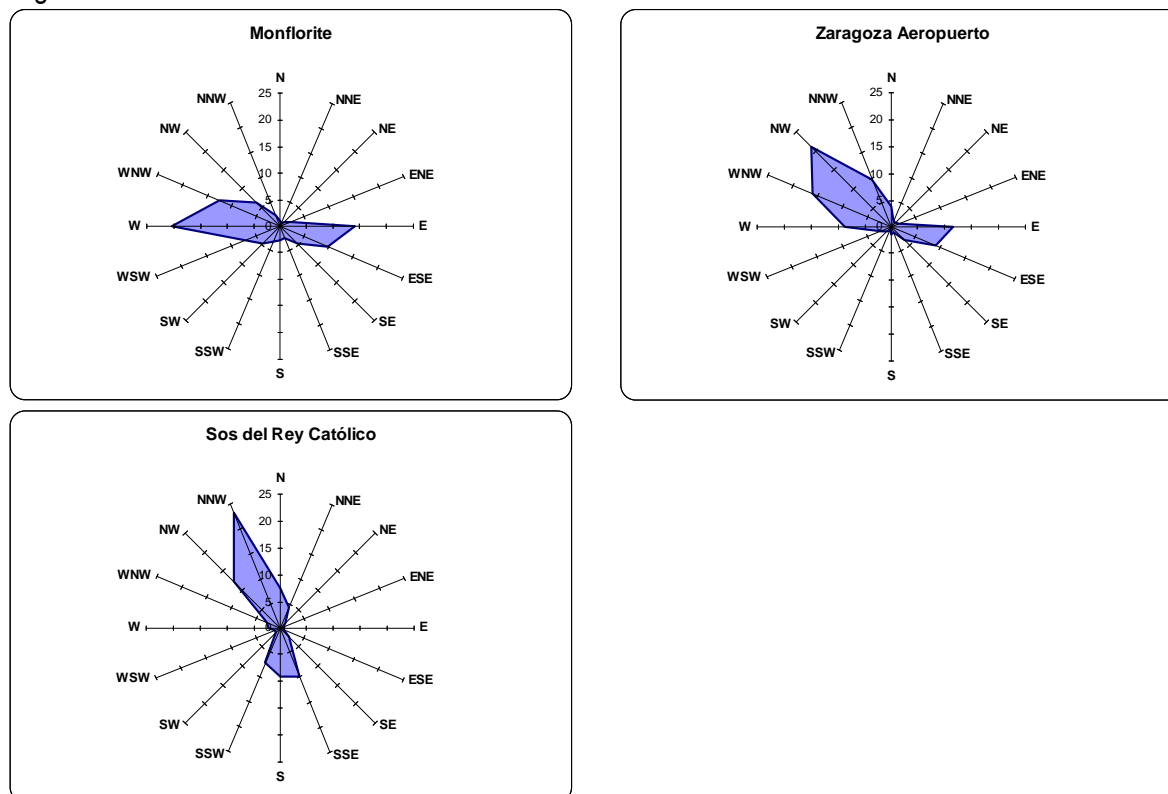


Figura 26: Frecuencia anual (%) de la dirección del viento en Monflorite, Zaragoza, (serie 1990-2008) y Sos del Rey Católico (serie 2000-2008)

El viento del oeste y el del este en Monflorite son los más frecuentes, mientras que los vientos de norte y sur tienen una escasa incidencia. Este hecho es debido a la posición del observatorio en la cara sur del las Sierras Exteriores donde el viento encauzado en la Depresión es reconducido en la dirección de la cadena montañosa. Las calmas en Monflorite representan alrededor de un 5% siendo el invierno la estación menos ventosa.

La posición del Aeropuerto de Zaragoza en el eje del Ebro le confiere las direcciones características del Valle, con un predominio del cierzo (noroeste) frente al bochorno (sureste). Las calmas en la capital aragonesa rondan el 8% siendo más frecuentes en invierno.

El observatorio de Sos del rey Católico, situado en el extremo noroccidental del área de estudio, y por lo tanto más alejada del Valle del Ebro, recibe en mayor medida la influencia de vientos norteros propios de la circulación general, menos desdibujados por la topografía. En sentido contrario, recibe una segunda componente sur muy marcada, al ser divergente en su tramo final el viento encauzado en el Ebro.

## 4.2. Caracterización de los incendios forestales en el área de estudio

Para caracterizar el fenómeno de incendios forestales en el área de estudio se ha considerado la serie temporal comprendida entre 1967 y 2009. En ella se han identificado 161 incendios de más de 25 hectáreas, que suponen casi un tercio (30,6%) de los ocurridos en todo el territorio aragonés con esta dimensión y durante el mismo período. Este porcentaje se eleva hasta el 41 % si se considera en relación a la superficie quemada.

El análisis de los 161 incendios superiores a 25 ha registrados en el período estudiado expresan la complejidad de este tipo de perturbaciones en el área de estudio. Como característica general debe considerarse la enorme fluctuación interanual que presenta el fenómeno del fuego a lo largo de los 43 años estudiados en los que casi la mitad de la superficie quemada (47,6%) lo hace en sólo cuatro años críticos; los años 1980, 1986, 1994 y el reciente 2009.

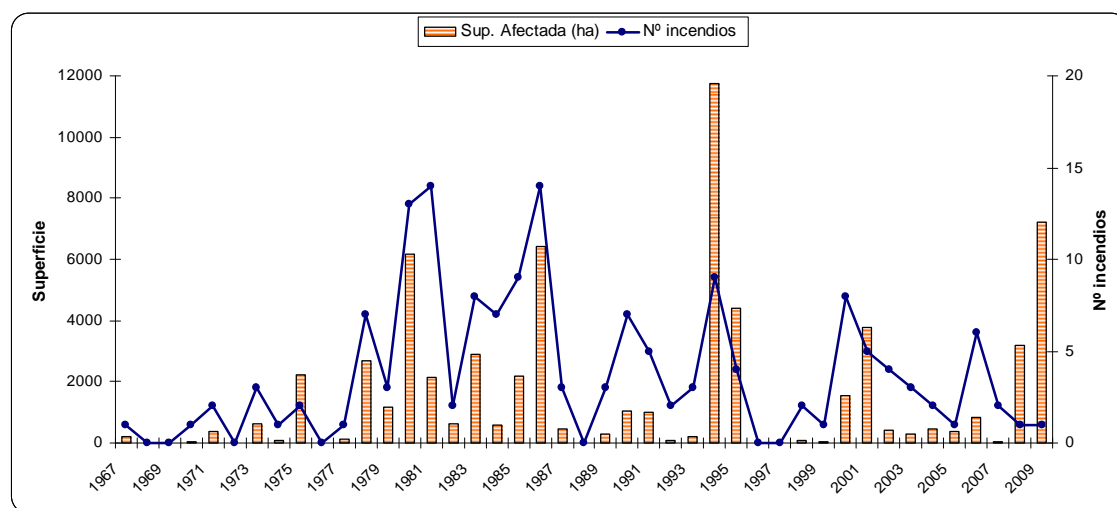


Figura 27. Evolución de la superficie quemada y el número de incendios en la zona de estudio para el período 1968-2009

En cuanto a grandes incendios forestales (GIF) se refiere, la frecuencia es relativamente alta con un total 24 incendios superiores a 500 hectáreas, de los que 13 superan las 1000 hectáreas. El análisis estadístico indica, para el Prepirineo Aragonés y sus estribaciones más meridionales, una

recurrencia bianual de GIF con un periodo crítico de fuego cada década, alternado de un segundo pico cada 5 años en el que destaca un GIF de gran intensidad.

A la vista del Figura 28, el 74% de la superficie incendiada en el área de estudio, lo ha hecho en forma de GIF, siendo incendios de más de 1000 hectáreas los que han recorrido el 62% de las 66.357 ha quemadas durante los últimos 43 años.

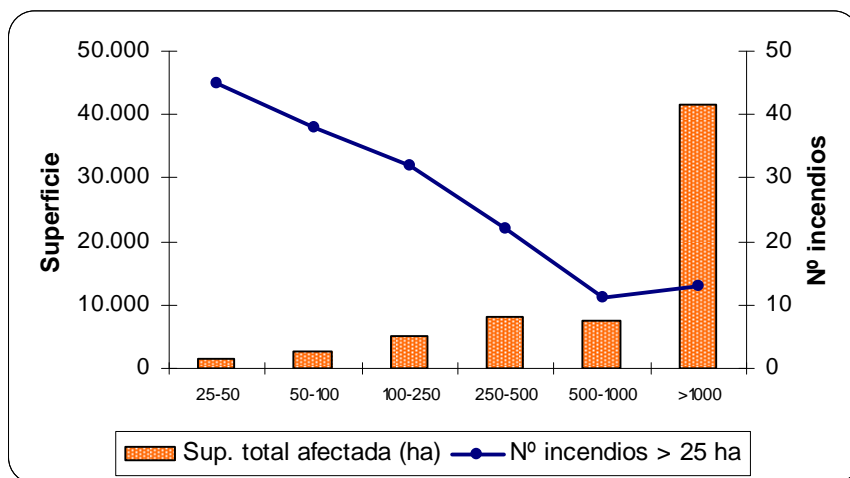


Figura 28. Número de incendios y superficie quemada agrupados por tamaño en la zona de estudio

La peculiaridad de los incendios forestales en el área de estudio; la distribución temporal, gravedad y contextualización, son un claro reflejo de la problemática a nivel regional, alcanzando las situaciones más complejas en episodios de simultaneidad.

La agrupación del número de incendios y superficies quemadas en función del término municipal de origen, permite hacer una primera zonificación de la frecuencia y la gravedad de los incendios del área de estudio (Figura 29).

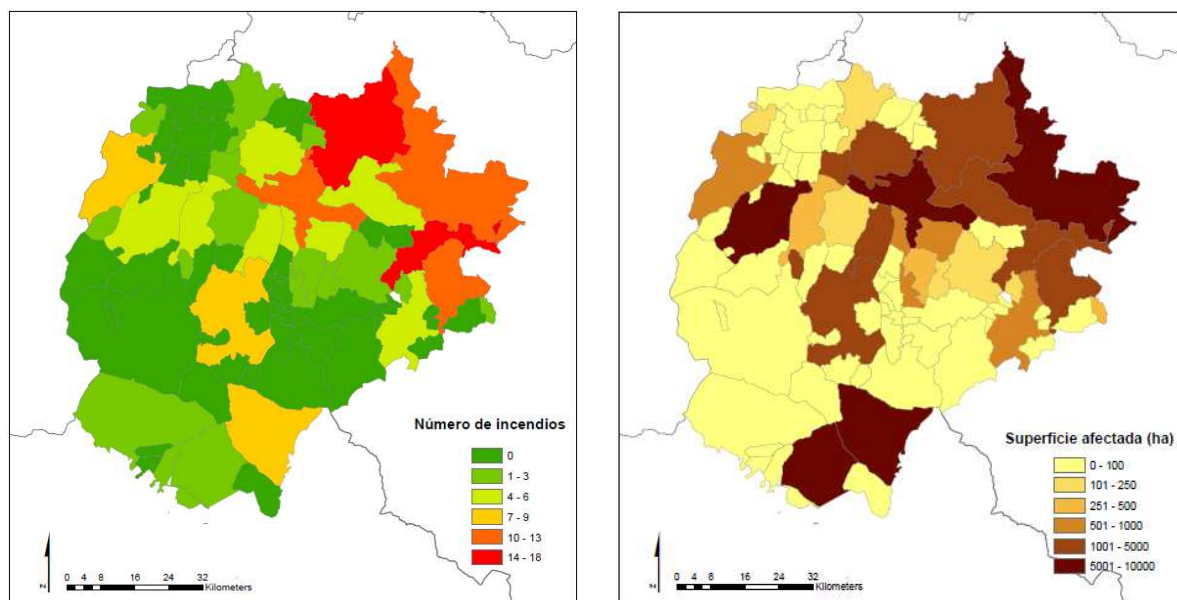


Figura 29. Mapas de frecuencia y gravedad de incendios mayores a 25 ha en la zona de estudio

En el sector central septentrional de la zona de estudio, municipios como Las Peñas de Riglos, Nueno, Sabinanigo o el entorno de Luna son destacables tanto por su gran recurrencia y como por el número de hectáreas quemadas. Muy próximo, el municipio de Jaca, pese a registrar el mayor número de incendios superiores a 25 ha, mantiene una superficie acumulada relativamente baja, ya

que no registra grandes incendios. Análogamente, Uncastillo registra pocos incendios pero un solo GIF le caracteriza por ser el municipio con más hectáreas quemadas. Zuera y San Gregorio, en pleno Valle del Ebro acumulan superficies quemadas superiores a las 16.000 hectáreas, entre las que destacan tres GIF y un buen número de incendios medios.

Por el contrario, entre las zonas donde la actividad del fuego ha sido menos patente, se distinguen las grandes áreas cerealistas de la Hoya de Huesca y Cinco Villas, en que la superficie forestal es menor y por tanto el riesgo se reduce. Otra zona relativamente amplia pero con una buena proporción de masa boscosa es el Prepirineo Zaragozano en su límite con la Comunidad Navarra, donde no se registran incendios superiores a 25 hectáreas en un buen número de municipios.

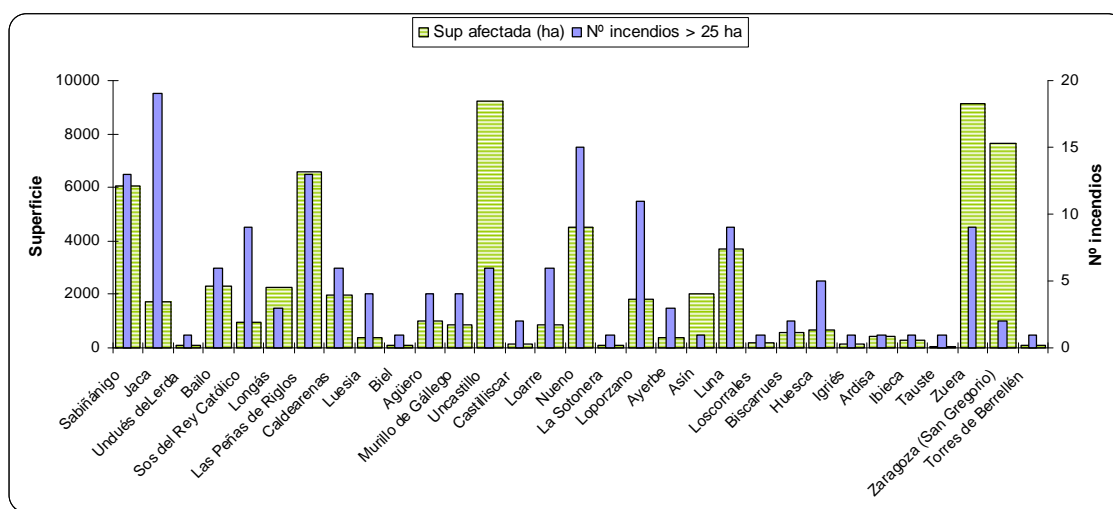


Figura 30. Incendios superiores a 25 ha y superficie quemada por municipios en el período 1967-2009

La Tabla 17 muestra los períodos de elevada actividad de GIF durante el período 1967-2009. Se incluyen las clasificaciones termo-pluviométricas anuales realizadas en el estudio climático y el observatorio de referencia utilizado.

AÑO	Denominación	Sup. (ha)	Clas. Pluviométr	Clas. Térmica	Observatorio
1975	Longás_05_08_1975	1279	Seco	Cálido	Biel
1978	Loporzano_30_08_1978	1109	Seco	Normal	Monflorite
1978	Loporzano_01_10_1978	553	Seco	Normal	Monflorite
1978	Luna_25_07_1978	1809	Normal	Cálido	Marracos
1979	Zuera_08_07_1979*	472	Seco	Cálido	Zaragoza
1979	Luna_12_05_1979	759	Normal	Cálido	Marracos
1980	Aineto_02_08_1980	3655	Seco	Cálido	Nocito
1980	Nueno_07_08_1980	523	Seco	Cálido	Nocito
1981	Luna-Murillo_13_07_1981	2248	Seco	Muy cálido	Marracos
1982	Laguarda_24_04_1982	762	Muy lluvioso	Normal	Nocito
1983	Asín_30_07_1983	2536	Lluvioso	Muy cálido	Marracos
1985	Triste_05_08_1985	812	Seco	Normal	Bernués
1986	Nocito_31_07_1986	1867	Normal	Normal	Nocito
1986	Nueno_06_08_1986	640	Normal	Normal	Nocito
1986	MurilloGállego_24_08_1986	2051	Normal	Normal	Marracos
1994	Paternoy_21_08_1994	1973	Seco	Muy cálido	Bernués
1994	Uncastillo_16_07_1994	10502	Seco	Cálido	Biel
1995	Zuera_23_06_1995	3842	Muy seco	Muy cálido	Zaragoza
2001	Riglos_01_08_2001	3278	Muy seco	Normal	Monflorite
2004	San Gregorio_01_09_2004	696	Normal	Frío	Zaragoza
2008	Zuera_05_08_2008	2514	Lluvioso	Normal	Zaragoza
2009	San Gregorio_18_08_2009	6978	Sin datos	Sin datos	Zaragoza

Tabla 17. Relación de GIF en el área de estudio y superficie quemada para el período 1967-2009 según las características termo-pluviométricas del año



### 4.3. Generación de la cartografía de áreas quemadas

Para completar los resultados del primer objetivo planteado, se ha reconstruido cartográficamente los incendios. De los 161 incendios mayores a 25 ha analizados, esta reconstrucción completa, que conlleva la obtención de los valores de todos los campos que permitan proseguir con el segundo objetivo (identificación de tipología de incendios) solo ha sido posible en 108 registros.

En los 53 incendios restantes no ha sido posible finalizar exitosamente la reconstrucción, por motivos varios (información incompleta o incierta, imposibilidad de generar la cartografía por no disponer de referencias geográficas o no haberlo podido identificar en campo...), de tal modo que éstos no contribuirán a alimentar los análisis posteriores dirigidos a asentar las bases para identificar tipos de incendios en base a un patrón de propagación.

En la Tabla 9 se muestran los 108 incendios reconstruidos, caracterizados y sobre los que se ha generado cartografía específica. Entre ellos, se cuentan 22 GIF (mayores de 500 hectáreas), que suponen el 76 % de la superficie quemada.

IDPIF	DENOMINACIÓN	CAUSA	SUP PARTE	SUP PERIM
1967220021	Bolea-Aniés_19_08_1967*	Quema agrícola	118	297
1971220662	Arascues_24_02_1971	Intencionado	40	50
1971500046	Zuera_posible	Desconocido	0	308
1973222146	Bolea_01_08_1973	Desconocido	478	407
1973223496	Caldearenas_20_08_1973	Desconocido	200	302
1974500008	Sos del Rey Católico_15_08_1974*	Quema agrícola	85	135
1975229999	Rasal_31_07_1975*	Rayo	750	639
1975502720	Longás_05_08_1975	Rayo	1475	1279
1978224519	Loporzano_30_08_1978	Desconocido	800	1109
1978225003	Loporzano_01_10_1978	Intencionado	500	553
1978226308	Nueno_06_10_1978	Intencionado	140	98
1978502543	Luna_25_07_1978	Quema agrícola	1026	1809
1978506140	Castilliscar_19_09_1978	Quema agrícola	84	87
1979500003	Zuera_08_07_1979*	Desconocido	697	472
1979509998	Luna_12_05_1979	Otras neglig.	312	759
1980223765	Aineto_02_08_1980	Desconocido	4189	3655
1980223766	Nueno_07_08_1980	Desconocido	400	523
1980223769	Igries_22_08_1980	Quema agrícola	140	132
1980223773	Las Peñas de Riglos_07_09_1980	Desconocido	258	211
1980223776	Peñas de Riglos_12_09_1980	Otras neglig.	230	242
1980229999	Jaca_03_08_1980*	Otras neglig.	80	91
1980501740	Ardisa_20_07_1980	Quema agrícola	445	326
1980501748	Sos Rey Católico_06_08_1980	Otras neglig.	210	188
1980504948	Castilliscar_18_08_1980	Quema agrícola	40	112
1980504950	Uncastillo_23_08_1980	Desconocido	88	77
1981224433	Villalangua_31_07_1981	Desconocido	35	29
1981224445	Nueno_05_08_1981	Rayo	190	140
1981224452	Sarsamarcuello_26_08_1981	Intencionado	110	147
1981224463	Ara_18_09_1981	Rayo	230	141
1981500018	Luna_08_07_1981*	Otras neglig.	45	43
1981506728	Luna-Murillo_13_07_1981	Quema agrícola	1115	2248
1982221263	Laguarta_24_04_1982	Desconocido	606	762
1983221415	Güe_21_07_1983	Rayo	80	104
1983221592	Villalangua_30_07_1983	Desconocido	420	370
1983501906	Sos del Rey Católico_21_07_1983	Rayo	46	45
1983502444	Asín_30_07_1983	Quema agrícola	2000	2536
1984223332	Santolarieta_30_07_1984	Quema agrícola	200	240
1984223335	Caldearenas_31_07_1984	Rayo	70	61
1984223373	Loarre_17_09_1984	Quema agrícola	70	135
1984501329	Sos del Rey Católico_24_04_1984	Quema agrícola	115	101
1985227966	Anzánigo_15_03_1985	Otras neglig.	50	43
1985228011	Riglos_26_07_1985	Desconocido	100	51

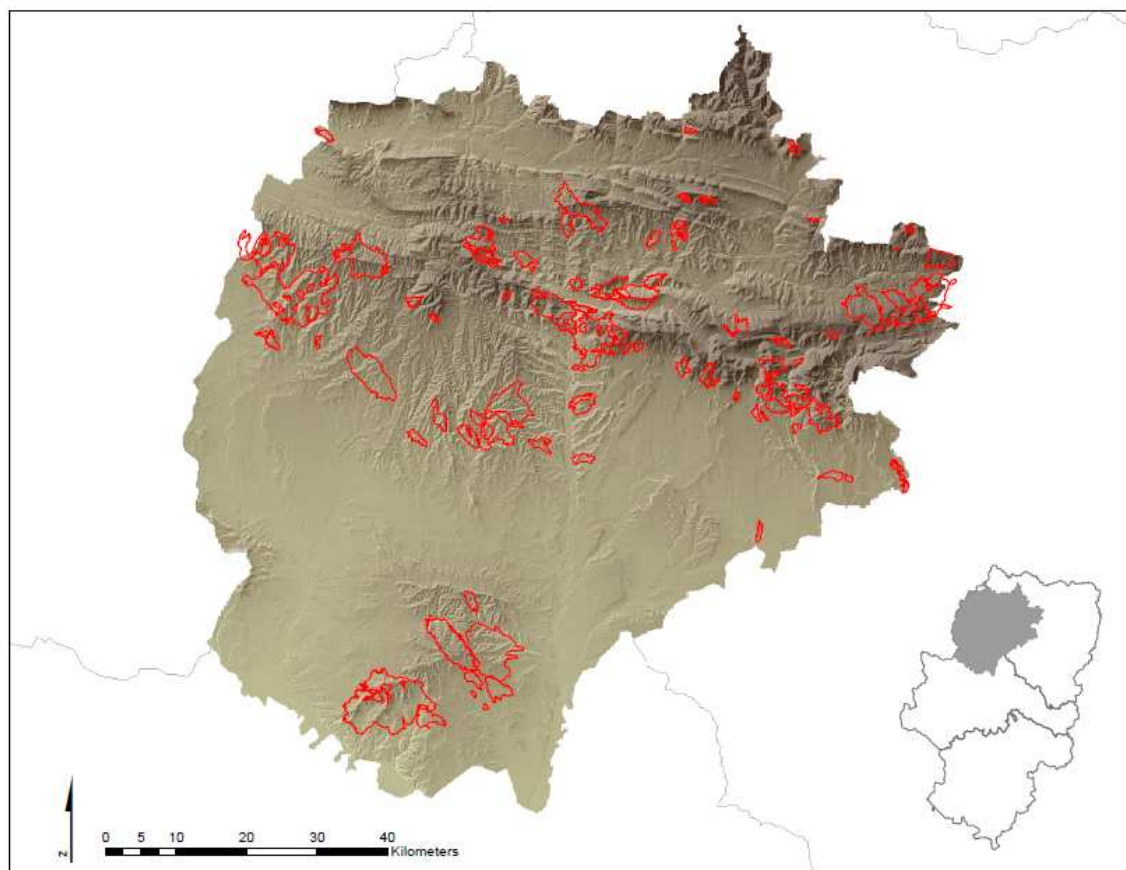


1985228012	Triste_05_08_1985	Rayo	700	812
1985228024	Anzánigo_23_08_1985	Intencionado	1050	692
1985508394	Uncastillo_24_07_1985	Otras neglig.	75	82
1986226343	Nocito_31_07_1986	Rayo	2270	1867
1986226344	Javierrelatre_31_07_1986	Rayo	550	334
1986226346	Belsué_30_07_1986	Rayo	60	53
1986226354	Nueno_06_08_1986	Desconocido	800	640
1986226356	Bernués_19_08_1986	Desconocido	360	398
1986226358	Yeste_21_08_1986	Desconocido	120	102
1986506284	Zuera_01_07_1986	Rayo	587	313
1986506287	Murillo_15_07_1986	Otras neglig.	80	77
1986506293	Uncastillo_31_07_1986	Otras neglig.	30	34
1986506299	Murillo de Gállego_24_08_1986	Intencionado	900	2051
1987224367	Jaca_02_05_1987	Otras neglig.	600	48
1987504490	Luna_16_08_1987	Rayo	430	468
1989500125	Biel_29_08_1989*	Desconocido	110	85
1989503434	Undues de Lerda_18_07_1989	Desconocido	120	202
1990220032	Ara_17_05_1990	Rayo	35	37
1990220061	Larues_12_08_1990	Rayo	30	54
1990500045	Longás-Villalangua_12_08_1990	Rayo	415	425
1991221014	Ayerbe_05_07_1991	Desconocido	300	310
1991221015	Apies_10_07_1991	Otras neglig.	350	443
1992222038	Nueno_18_05_1992?	Rayo	80	
1993223065	Ibierque_05_08_1993	Rayo	124	140
1994224001	Loporzano_23_01_1994	Quema agrícola	6	41
1994224002	Bolea_28_01_1994	Intencionado	130	97
1994224068	Biscarrués_04_07_1994	Otras neglig.	475	710
1994224132	Paternoy_21_08_1994	Quema agrícola	1972	1973
1994504070	Uncastillo_16_07_1994	Rayo	10300	10502
1994504077	Murillo de Gállego_17_07_1994	Intencionado	170	449
1994504090	Torres de Berrellen_29_07_1994	Rayo	80	118
1994504101	Luna_04_08_1994	Rayo	270	270
1995225087	Nueno_Arguis_31_08_1995	Intencionado	30	19
1995505050	Zuera_23_06_1995	Otras neglig.	3850	3842
1998500058	Luna_01_08_1998	Rayo	52	60
2000220082	Allué_26_08_2000	Rayo	70	34
2000220093	Villacampa_26_08_2000	Rayo	20	6
2000220094	Cancias_26_08_2000	Rayo	127	87
2000220097	Secorún_26_08_2000	Rayo	643	455
2000220099	Güe_26_08_2000	Rayo	72	46
2000500136	Luesia_25_08_2000	Rayo	210	197
2000500139	Longás_26_08_2000	Rayo	242	289
2001220044	Bernues_01_08_2001	Rayo	320	285
2001220052	Jaca_04_08_2001	Desconocido	89	97
2001220054	Riglos_01_08_2001	Rayo	3278	3278
2001220057	San Julián de Banzo_11_08_2001	Intencionado	107	66
2001500107	Zuera_28_07_2001	Rayo	42	43
2002220018	Bernués_10_03_2002	Quema agrícola	0	55
2002220047	Loporzano_17_05_2002	Quema agrícola	96	96
2002500022	Sos del Rey Católico_03_02_2002	Quema agrícola	42	42
2002500191	Uncastillo_24_07_2002	Rayo	251	251
2003220044	Biscarrués_30_06_2003	Otras neglig.	180	183
2003220076	Loporzano_25_08_2003?	Intencionado	343	352
2003500092	Luesia_29_07_2003	Otras neglig.	94	70
2004500162	San Gregorio_01_09_2004	Otras neglig.	675	696
2005500237	Luna_14_08_2005	Otras neglig.	528	543
2006220038	Ibica_14_06_2006	Otras neglig.	250	279
2006500118	Uncastillo_14_06_2006	Otras neglig.	129	239
2006500121	Sofuentes_15_06_2006	Otras neglig.	470	412
2006500145	Tauste_25_07_2006	Rayo	48	47
2006500146	Zuera_25_07_2006	Rayo	39	39
2007220011	Colchoné_16_06_2007*	Quema agrícola	145	138

2007220043	Apies_01_08_2007	Otras neglig.	41	41
2008500161	Zuera_05_08_2008	Otras neglig.	2514	2514
2009500179	San Gregorio_18_08_2009	Otras neglig.	-	6978

**Tabla 18. Relación de incendios reconstruidos en el área de estudio para el período 1967-2009**

Asociado a la Tabla 18 y como resultado concreto de la segunda fase de trabajo en que se estructura este estudio, se muestra la cartografía de perímetros históricos generada para el sector central y occidental del Prepirineo Aragonés (Figura 31).



**Figura 31. Cartografía de incendios forestales del período 1967-2009**

La cobertura concreta de cada uno de estos incendios, así como la localización de los puntos de inicio, extraídos ambos en el proceso de reconstrucción global del incendio que se detalla en el apartado siguiente, se asocia a cada registro de la base de datos presentada en el apartado previo.

#### **4.4. La ventana meteorológica y la reconstrucción global del incendio.**

##### ***El GIF de Paternoy (1994)***

La caracterización de cada incendio se finaliza mediante la recopilación y clasificación de la información meteorológica y sinóptica de los días precedentes y de inicio del mismo, conforme a la metodología descrita para la tercera fase del trabajo.

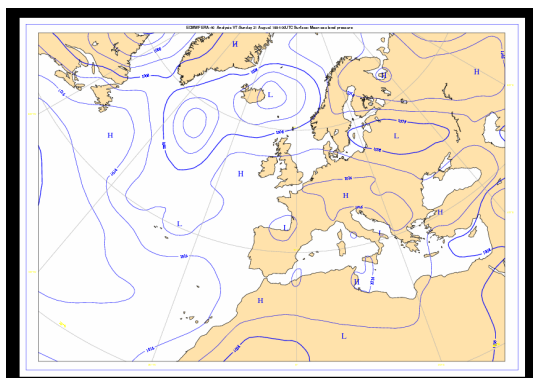
El proceso que se describe a continuación, a modo de ejemplo, para el GIF de Paternoy (al pie de la Sierra de las Peñas en el extremo septentrional del área de estudio), ha sido repetido para los 108 registros, para obtener los resultados que luego se han incorporado en las pestañas

correspondientes de la base de datos. Este proceso ha conllevado la obtención de la información, estudio y análisis de la misma y clasificación según las tipologías definidas en apartados previos.

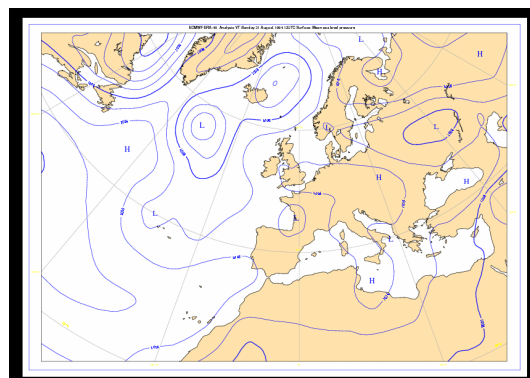
En consecuencia, se describen tanto las condiciones sinópticas visibles en los mapas del tiempo, como las variables meteorológicas registradas en los observatorios más próximos. La secuencia llevada a cabo a sido la siguiente:

A las 15: 30 horas del día 21 de agosto de 1994, el puesto fijo de vigilancia de Loarre detecta un incendio en las proximidades de Paternoy, en el término municipal de Bailo.

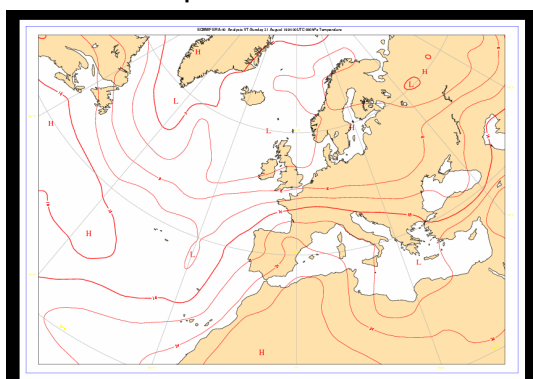
### ***Ventana atmosférica***



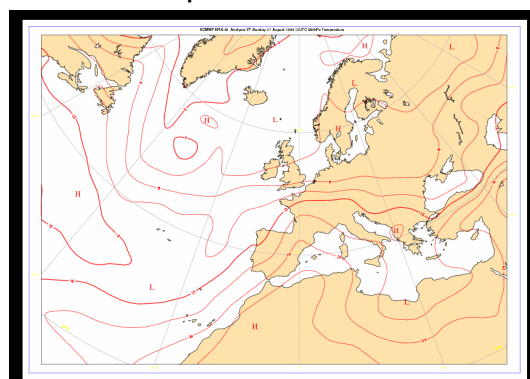
**Análisis de la superficie 21/08/1994 a las 00 UTC**



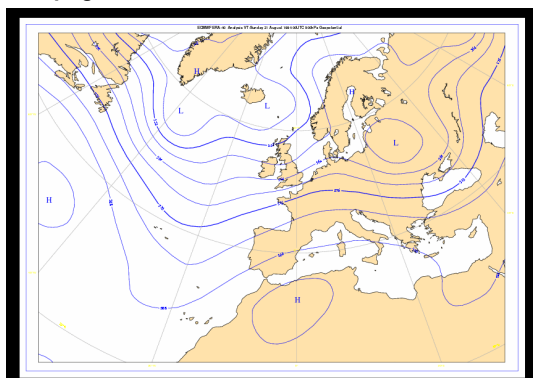
**Análisis de la superficie 21/08/1994 a las 12 UTC**



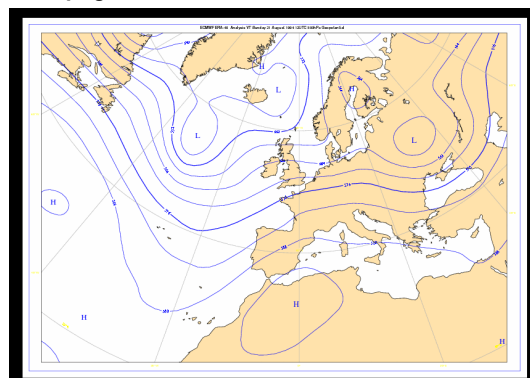
**Topografía a 850 hPa 21/08/1994 a las 00 UTC**



**Topografía a 850 hPa 21/08/1994 a las 12 UTC**



**Topografía a 500 hPa 21/08/1994 a las 00 UTC**



**Topografía a 500 hPa 21/08/1994 a las 12 UTC**

**Tabla 19. Mapas sinópticos de superficie y altura a las 00 y 12 UTC del día de inicio del GIF de Paternoy (Aemet)**

El mapa de superficie presenta una pequeña baja relativa, con isobara cerrada de 1.016 hPa desplazada desde el oeste peninsular y situada en el Golfo de Vizcaya. En el resto de la península predominan los pantanos barométricos, con presiones próximas a las normales.

A 850 hPa, la isoterma llega a alcanzar los 24 °C en las latitudes del Prepirineo, lo que muestra la fuerte advección de vientos del sur, reforzados por la circulación ciclónica de la baja relativa en superficie.

En altura, una vaguada se sitúa en el Atlántico enviando flujos del suroeste sobre gran parte de la península, apoyado en un anticiclón situado en el norte de África.

### **Tiempo registrado**

La estación meteorológica de Botaya registra temperaturas máximas de 32° durante los tres días anteriores al incendio, alcanzando los 34° los días 22 y 23 de agosto. Estos dos días, las temperaturas mínimas no bajaron de 20° y las humedades relativas rondaron el 20%, después de una semana sin precipitaciones (en las últimas, solamente se registraron 2,3 mm). El viento del Aeropuerto de Monflorit marca un sur estricto a la hora de inicio, pasando a tomar la componente sureste durante los dos días siguientes.

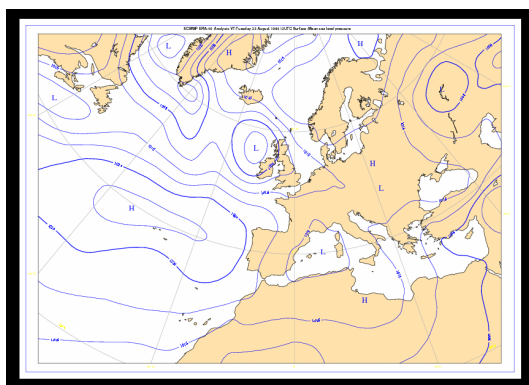
Bajo esta situación, en territorio aragonés, los días 21 y 22 de agosto se inician incendios en Fanlo, Graus, Perarrúa, Zuera, Osso de Cinca, Cretas, Villar del Salz, Cantavieja, Montalbán, Valdealgofa, Villanueva de Jiloca y Fabara. Otros de relativa importancia a nivel estatal se dan en la mitad norte peninsular, como el del Valle del Razón, La Cabrera y Valverde de la Virgen (Castilla y León) o los ocurridos en la Montaña de Monserrat, Castells y el Vilar (Cataluña).

### **Reconstrucción de la propagación**

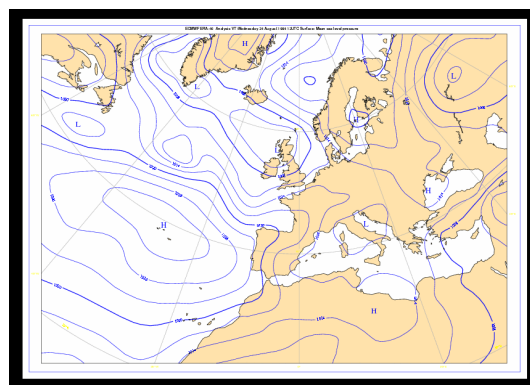
El incendio de Paternoy se inicia por negligencia en el entorno al pueblo deshabitado de Paternoy, extendiéndose rápidamente hacia fuera del núcleo urbano en dirección a la Sierra de San Juan de la Peña.

La primera propagación se realiza sobre las laderas insoladas al norte de Paternoy, para luego alinearse el eje principal de cresta con el viento dominante de sur. Durante los días 22 y 23 el incendio arrasa unas 1.000 hectáreas y se sitúa al pie de la montaña de San Juan de La Peña, que actúa de barrera natural al avance de incendio. Este *tope* en el eje de propagación principal hace que se redirija hacia la población de Alastuey (al noroeste). El frente avanza ahora en sentido descendente hacia el Valle del Río Aragón mientras el flanco derecho continúa su progresión hacia el este, bajo el monte de San Juan de la Peña.

Las altas temperaturas registradas refuerzan la baja térmica situada sobre el norte de Aragón, dando lugar al paso de un sistema frontal en la noche del 22 al 23 de agosto con sentido suroeste-noreste, de escasa precipitación y abundante aparato eléctrico, que va a dejar 6 nuevos incendios en el entorno pirenaico: Casbas de Huesca, Laspuña, Sabinánigo, Sahún y Labuerda registran incendios a causa de la tormenta eléctrica.



**Análisis de la superficie 23/08/1994 a las 12 UTC**



**Análisis de la superficie 24/08/1994 a las 12 UTC**

**Figura 32. Mapas isobáricos de la presión a nivel del mar para los días 23 y 24 de agosto de 1994 (Aemet)**



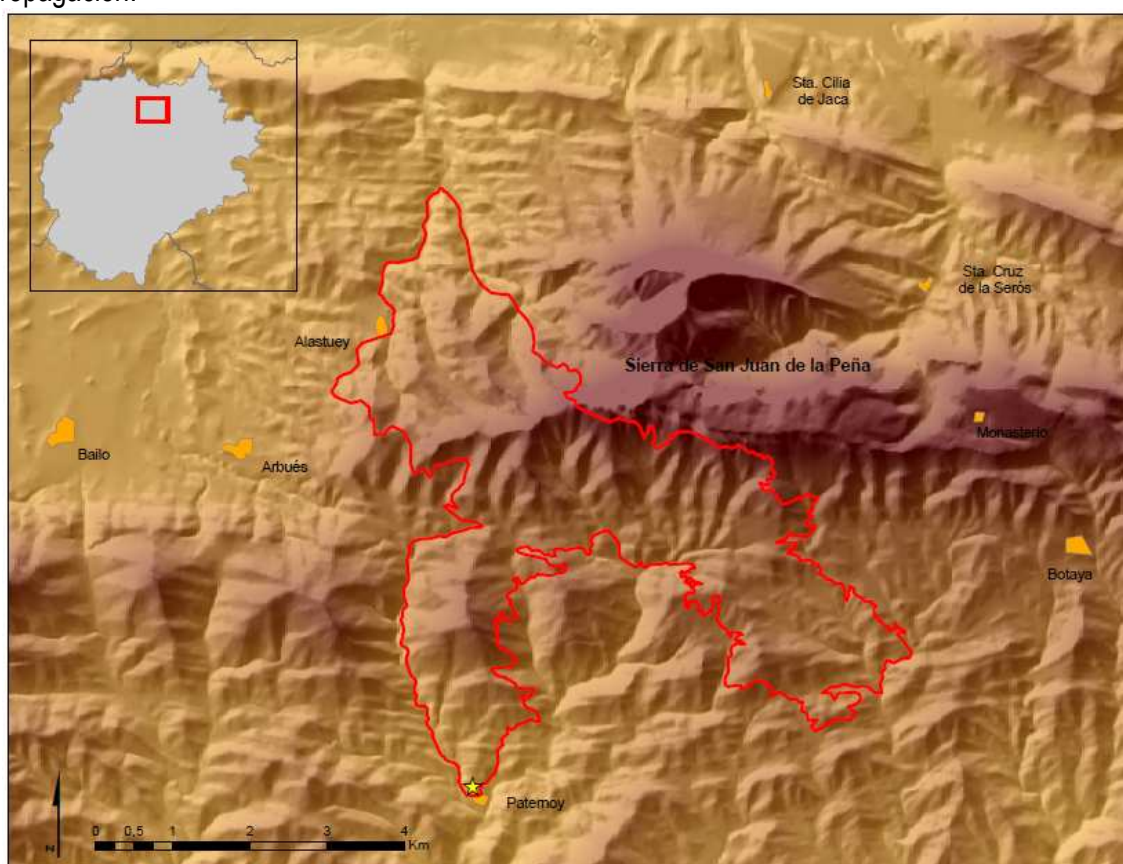
Como muestran los mapas de superficie de la Figura 32, el potente anticiclón atlántico toma importancia, desplazando la baja térmica hacia el mediterráneo. La disposición meridiana de las isobaras del anticiclón sobre gran parte de la Península, va a traer consigo un cambio en las condiciones meteorológicas, que conlleva vientos fuertes del norte sobre el territorio aragonés y, por lo tanto, un cambio en la propagación del GIF de Paternoy. A las 07 horas solares del día 23 de agosto, el observatorio de Monflorite registra el cambio en la dirección del viento a componente oeste noroeste para convertirse en un noroeste más marcado durante el transcurso del día, alcanzando los 40 km/h.

El flanco derecho toma importancia tras el cambio en la dirección del viento, constituyendo un nuevo eje de propagación ahora hacia el sureste, y amenazando a las poblaciones de Botaya y Ena.

El cambio en la condición sinóptica con la entrada del anticiclón conlleva un descenso de temperaturas y un aumento de la humedad relativa que, unidos al incremento en los medios de extinción actuantes, van a favorecer el control durante la noche del día 24 de agosto.

### ***Reconstrucción de la zona quemada y generación de cartografía***

El abundante material cartográfico y la información contenida en el parte de incendio y parte detallado a permitido fotointerpretar el incendio con el vuelo sig-oleícola de 1998 (Figura 33). Se calcula una superficie quemada total de 1973 ha durante aproximadamente 98 horas de propagación.



**Figura 33. Reconstrucción del perímetro y localización de la zona de inicio del GIF de Paternoy el 21 de agosto de 1994**

## 4.5. Relaciones entre los factores estudiados

Una vez reconstruidos completamente todos los incendios, se han utilizado herramientas estadísticas para relacionar los factores estudiados: climáticos-meteorológicos, estructurales y propios del incendio, utilizando las variables que se describieron en los apartados correspondientes de metodología y cuyos valores fueron integrados en la base de datos en las fases de trabajo previas.

En un primer término se han analizado las variables cuantitativas extraídas, para integrar después aquellas cualitativas o categóricas también identificadas en el estudio.

### 4.5.1. Análisis multivariante

Los detalles en el informe de la Tabla 20 muestran cómo las componentes principales absorben la variación en los datos. Las puntas del componente principal se derivan de la combinación lineal del vector propio de las variables estandarizadas.

Nº COMP	VALOR PROPIO	20 40 60 80	%	% ACUM
1	12,4608		32,7920	32,7920
2	8,2482		21,7060	54,4970
3	3,6247		9,5390	64,0360
4	2,1908		5,7650	69,8010
5	1,6062		4,2270	74,0280
6	1,1787		3,1020	77,1300
7	1,1270		2,9660	80,0950
8	0,9557		2,5150	82,6100
9	0,8879		2,3370	84,9470
10	0,8047		2,1180	87,0650
11	0,6788		1,7860	88,8510
12	0,6411		1,6870	90,5380
13	0,5480		1,4420	91,9800
14	0,4733		1,2460	93,2260
15	0,4147		1,0910	94,3170
16	0,3190		0,8400	95,1570
17	0,2732		0,7190	95,8760
18	0,2591		0,6820	96,5570
19	0,2355		0,6200	97,1770
20	0,1924		0,5060	97,6840
21	0,1881		0,4950	98,1790
22	0,1697		0,4470	98,6250
23	0,1045		0,2750	98,9010
24	0,0895		0,2350	99,1360
25	0,0687		0,1810	99,3170
26	0,0541		0,1420	99,4590
27	0,0509		0,1340	99,5930
28	0,0427		0,1120	99,7050
29	0,0332		0,0870	99,7930
30	0,0287		0,0750	99,8680

Tabla 20. Informe de las componentes principales mediante análisis factorial

El porcentaje muestra la proporción de de valores propios con respecto al total y al total acumulado. Un total de 30 componentes explican el 99,91% de la variación de la muestra.

La demostración mediante el diagrama de la Figura 34 permite enfrentar los valores propios frente a un número de componentes. Este diagrama es útil para visualizar la dimensionalidad del espacio de datos.

Es este caso se consideran dos componentes principales ya que ambas representan el 56% de los valores propios. Una tercera componente solamente supondría un aumento del 9,5 % de representatividad por lo que no se considera oportuna la distinción de tres componentes principales.

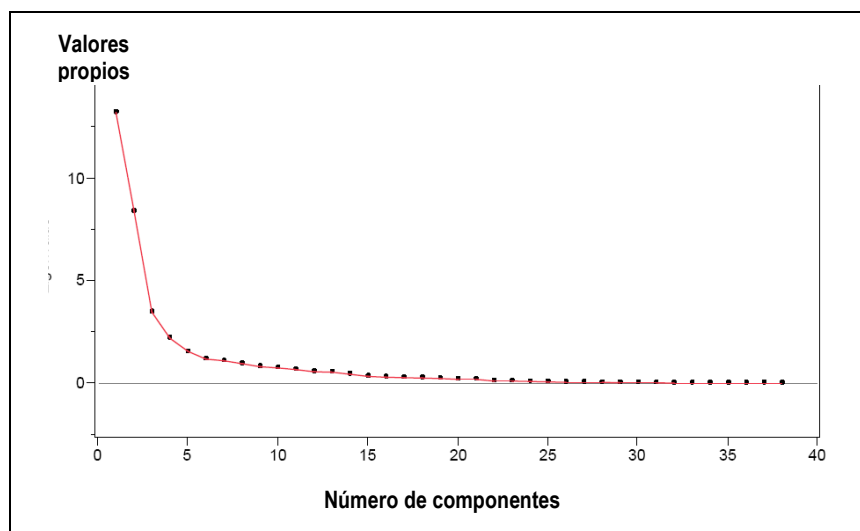


Figura 34. Diagrama de Scree. Muestra el número de componentes posibles frente a los valores propios

### **1ª Componente o Factor relieve**

Se obtienen las mayores correlaciones con valores por encima de 0,8 entre los que destacan un buen número de variables topográficas:

- Superficie quemada según orientaciones
- Superficie quemada según pendientes
- Longitud del perímetro

### **2ª Componente o Factor temperatura**

Relacionado con las variables térmicas tanto de estaciones meteorológicas como de mapas sinópticos. Se obtienen correlaciones entre 0,6 y 0,8 de las variables:

- Registros de temperaturas máximas y mínimas
- Valores de temperatura en altura (850 hPa)

### **Rotación de factores**

Las rotaciones se utilizan para alinear mejor las direcciones de los factores con las variables originales de forma que los factores puedan ser más interpretables.

Después de la extracción inicial, los factores se correlacionan entre sí. Si los factores se rotan por una transformación ortogonal, la rotación se aplica a todos ellos, cargando factorialmente sobre los ejes y con un mismo significado. Este proceso se realiza mediante el método de rotación ortogonal *Varimax* del programa estadístico JMP8.

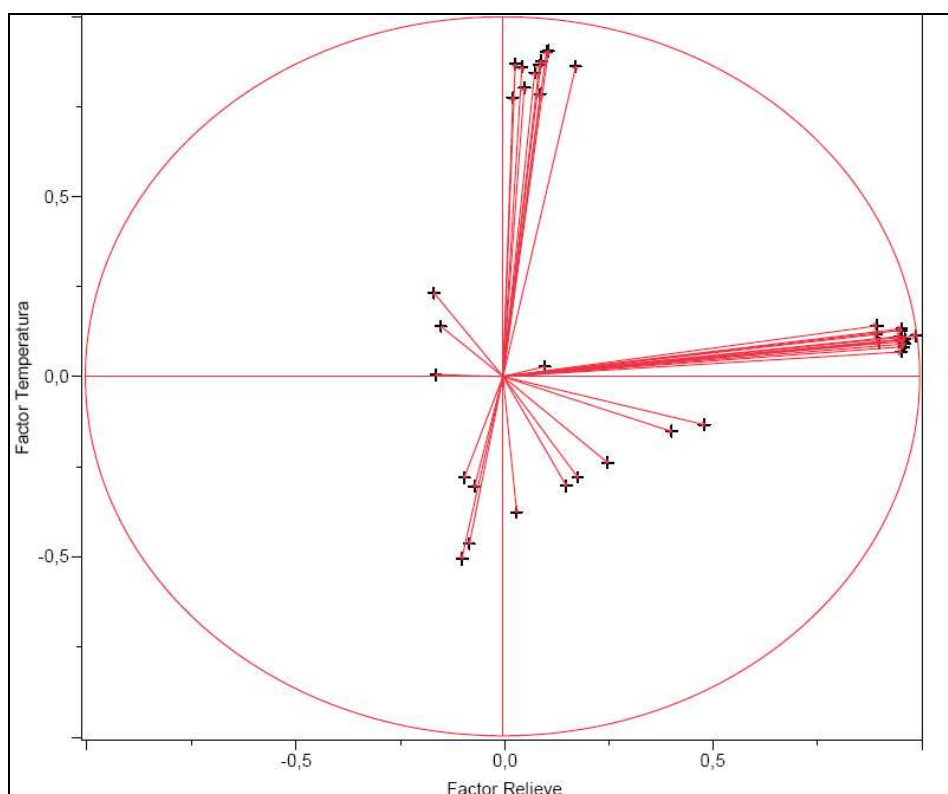
VARIABLE	COMP 1	COMP 2
HORAS_INC	0,3978	-0,0936
MDT_RANGO	0,3760	-0,3580
MDT_MEDIA	-0,1992	-0,2102
MDT_STD	0,2973	-0,3361
SUP_EXP_NE	<b>0,8452</b>	-0,3290
SUP_EXP_E	<b>0,8946</b>	-0,3387
SUP_EXP_SE	<b>0,8744</b>	-0,3639
SUP_EXP_S	<b>0,8650</b>	-0,3960
SUP_EXP_SW	<b>0,8829</b>	-0,3806
SUP_EXP_W	<b>0,8812</b>	-0,3558
SUP_EXP_NW	<b>0,8915</b>	-0,3696
SUP_EXP_N	<b>0,8405</b>	-0,3525
PTE_RANGO	0,1169	-0,3369
PTE_MEDIA	-0,1909	-0,2429
PTE_STD	-0,0022	-0,3451
SUP_PTE_10	<b>0,8438</b>	-0,3022
SUP_PTE_20	<b>0,8852</b>	-0,3742
SUP_PTE_45	<b>0,8793</b>	-0,3870
L_PERIM	<b>0,9002</b>	-0,3456
F_PERIM	-0,1410	0,0826
ISO_850	0,5706	<b>0,6690</b>
D1_ISO_850	0,4589	<b>0,7291</b>
D2_ISO_850	0,5071	<b>0,7222</b>
D3_ISO_850	0,4958	<b>0,7137</b>
D4_ISO_850	0,4526	<b>0,6445</b>
TMAX	0,4245	<b>0,6798</b>
TMAX_1	0,5322	<b>0,7396</b>
TmMAX	0,5271	<b>0,7403</b>
TMIN	0,4729	<b>0,7022</b>
TMIN_1	0,4451	<b>0,7451</b>
TmMIN	0,3911	<b>0,6665</b>
D_S_LLOVER	0,0219	-0,3311
P_ACUM_1	-0,0329	0,2833
P_ACUM_INC	-0,0571	0,1909
HR_MIN	-0,3280	-0,3963
HR_07	-0,1553	-0,3450
HR_mMIN	-0,3034	-0,3638
VV	0,1044	-0,0257

Tabla 21. Matriz de correlaciones sin rotar

VARIABLE	COMP 1	COMP 2
HORAS_INC	0,3945	0,1068
MDT_RANGO	0,5010	-0,1363
MDT_MEDIA	-0,0753	-0,2796
MDT_STD	0,4213	-0,1543
SUP_EXP_NE	<b>0,9000</b>	0,1124
SUP_EXP_E	<b>0,9481</b>	0,1273
SUP_EXP_SE	<b>0,9422</b>	0,0955
SUP_EXP_S	<b>0,9492</b>	0,0628
SUP_EXP_SW	<b>0,9577</b>	0,0849
SUP_EXP_W	<b>0,9444</b>	0,1058
SUP_EXP_NW	<b>0,9600</b>	0,0987
SUP_EXP_N	<b>0,9070</b>	0,0895
PTE_RANGO	0,2630	-0,2408
PTE_MEDIA	-0,0525	-0,3044
PTE_STD	0,1622	-0,3047
SUP_PTE_10	<b>0,8860</b>	0,1352
SUP_PTE_20	<b>0,9567</b>	0,0916
SUP_PTE_45	<b>0,9575</b>	0,0775
L_PERIM	<b>0,9563</b>	0,1239
F_PERIM	-0,1633	0,0057
ISO_850	0,1840	<b>0,8599</b>
D1_ISO_850	0,0571	<b>0,8596</b>
D2_ISO_850	0,1028	<b>0,8764</b>
D3_ISO_850	0,0969	<b>0,8636</b>
D4_ISO_850	0,0918	<b>0,7822</b>
TMAX	0,0503	<b>0,7999</b>
TMAX_1	0,1166	<b>0,9036</b>
TmMAX	0,1118	<b>0,9018</b>
TMIN	0,0823	<b>0,8426</b>
TMIN_1	0,0374	<b>0,8671</b>
TmMIN	0,0272	<b>0,7723</b>
D_S_LLOVER	0,1767	-0,2809
P_ACUM_1	-0,1636	0,2336
P_ACUM_INC	-0,1410	0,1408
HR_MIN	-0,1002	-0,5046
HR_07	0,0274	-0,3773
HR_mMIN	-0,0940	-0,4643
VV	0,1040	0,0270

Tabla 22. Matriz de correlaciones rotada





**Figura 35. Factor de rotación. Carga factorialmente sobre los ejes de modo que se facilite la interpretación**

Una vez aplicado el factor de rotación se genera una nueva serie de valores de los factores temperatura y relieve que son importados de nuevo en un eje de coordenadas (Figura 36). El diagrama representa el conjunto de incendios estudiados sectorizados en 5 grupos:

- Grupo 0. Lo componen 40 incendios de los 108 estudiados y se agrupan por no mostrar un factor dominante claro, al situarse en una zona neutra entorno al origen de coordenadas.

- Grupo 1: Compuesto por 35 incendios que se caracterizan por presentar un factor relieve positivo y bastante concentrado, tendiendo hacia el eje de ordenadas y un factor temperatura negativo para todos sus puntos.

El grupo 1 representa un tercio del número de incendios estudiado, pero tan solo supone el 10% de la superficie afectada. Se distribuyen por todo el territorio y junto con el grupo 0 van a caracterizar los incendios de la montaña media prepirenaica.

- Grupo 2. Un total de 19 incendios forma este grupo que de forma dispersa se sitúa entorno al eje de abscisas. La componente negativa de ambos factores, explicaría gran parte de los incendios pertenecientes a este grupo.

El grupo 2 es un grupo bastante heterogéneo en cuanto a la localización y tamaño de la zona quemada. Engloba incendios distintas magnitudes, desde algunos que no superan las 40 hectáreas a otros que rondan las 800. Se distribuyen especialmente al noreste del área de estudio, corresponden a incendios fuera de las épocas estivales y representan el 5% de la superficie total afectada.

- Grupo 3: Agrupa 12 incendios que se dispersan por el primer y cuarto cuadrante. En su conjunto toma valores altos de temperatura mientras que el factor relieve no marca una clara tendencia.

• Grupo 4: Únicamente 2 incendios componen este grupo que sitúa a ambos de forma extrema en el primer cuadrante. El factor temperatura es extremadamente alto mientras que el factor relieve no es tan marcado, asemejándose al observado en el grupo anterior.

La distribución de los distintos grupos (Figura 36) muestra los GIF que aportan la mayor superficie quemada (68,4%) en los grupos 3 y 4.

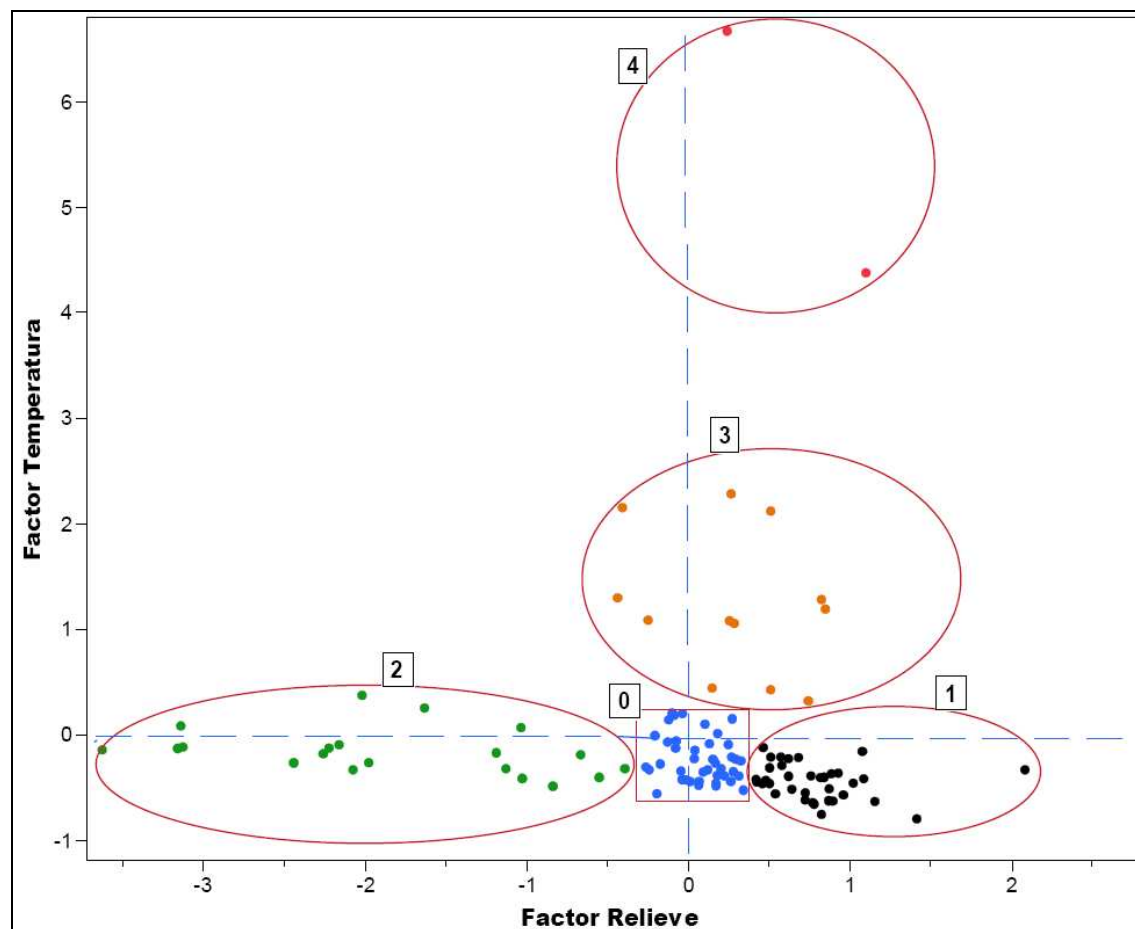


Figura 36. Diagrama de dispersión de los factores rotados. Aparecen agrupados aquellos incendios forestales que son mayormente explicados por cada componente principal.

Conforme a los resultados de esta analítica, se han clasificado los 108 incendios del área de estudio en una primera agrupación (Figura 37), que se matiza en apartados posteriores mediante la utilización de las variables cualitativas, para establecer las bases de identificación de tipologías de incendios que constituirían el objetivo final de este trabajo.

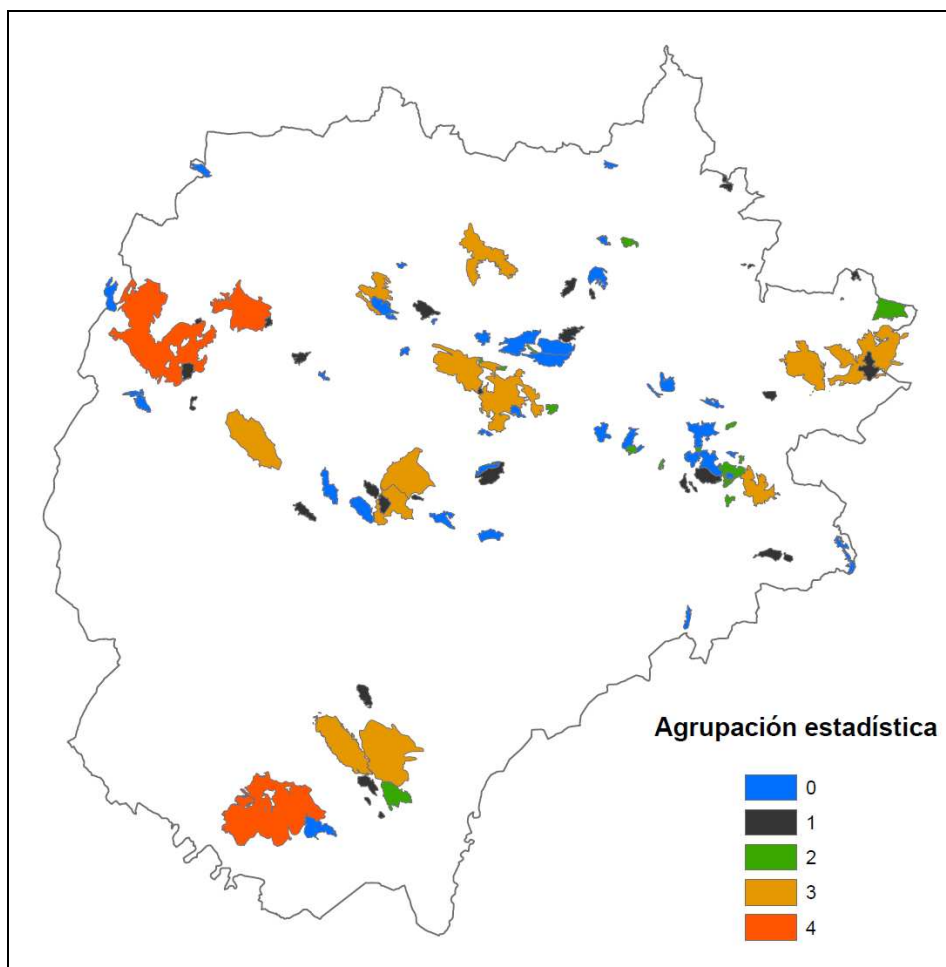


Figura 37. Distribución de incendios históricos según la agrupación realizada por la técnica de componentes principales

#### 4.5.2. Influencia de las condiciones sinópticas en el inicio y propagación de los incendios

El resultado del análisis de las principales características sinópticas tanto en altura como en superficie, permite la clasificación sinóptica de los cinco días analizados (día de inicio y cuatro días previos) en base a la codificación realizada por Vide (2005) y Monserrat (1998). Esta clasificación comporta tres tipos de situaciones: de norte, de sur y de oeste o zonales, en las cuales se han agrupado los 108 incendios del área de estudio, permitiendo establecer semejanzas entre algunos de ellos.

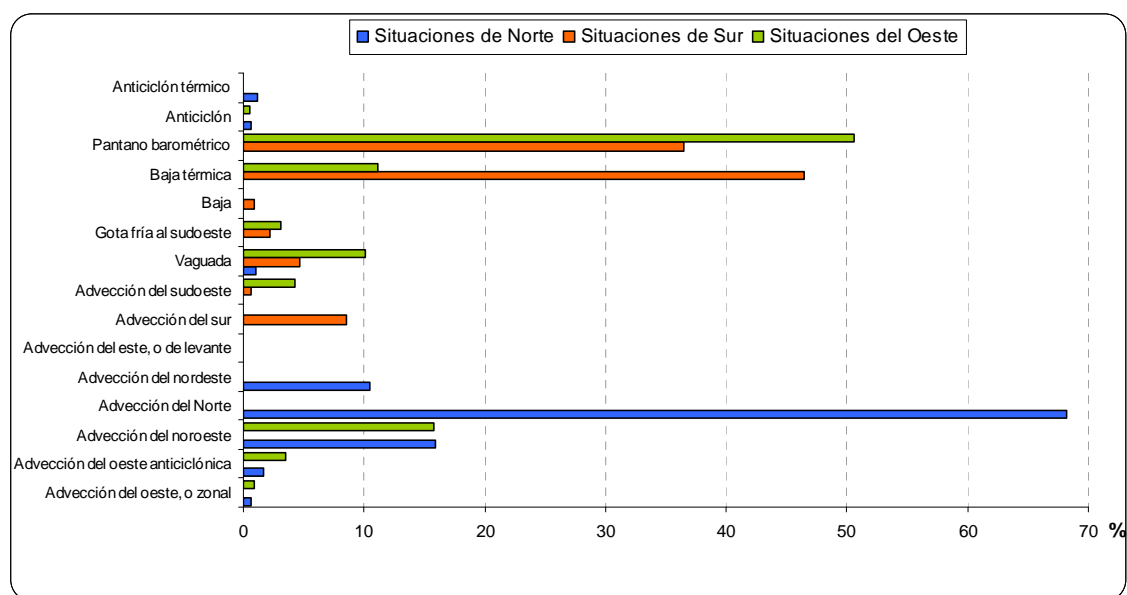


Figura 38. Porcentaje de la superficie afectada por los incendio para cada tipo de tiempo y situación sinóptica

### I. Situaciones de norte o septentrionales

El dominio de la componente norte caracteriza al primer grupo de incendios que se inician con situaciones septentrionales. De un total de 108 incendios, 20 se iniciaron con situación de norte, afectando a unas 8.000 hectáreas. En todos los casos, los vientos a 850 hPa del día de inicio eran del sector norte (noroeste, norte o noreste) y excepto en una ocasión, también lo eran a 500 hPa.

Los mapas de norte se caracterizan por la presencia de circulación ciclónica sobre el mediterráneo lo que conlleva isobaras e isohipsas con sentido norte-sur, a menudo con un gradiente pronunciado y temperaturas a 850 hPa inferiores a 16°C.

Como se comentó en apartados anteriores, el efecto barrera del Pirineo y el encauzamiento del viento por el valle del Ebro va a determinar la presencia de vientos secos y acelerados en el corredor del Ebro. Esta situación, si bien dificulta las igniciones, provoca un cierto riesgo de GIF en el área de estudio, en la zona comprendida entre el Valle y el límite meridional de las Sierras Exteriores.

Grandes incendios ocurridos en los Montes de Zuera o Luna se corresponden con esta situación, lo que indica el riesgo de estas zonas bajo las situaciones de vientos de norte.

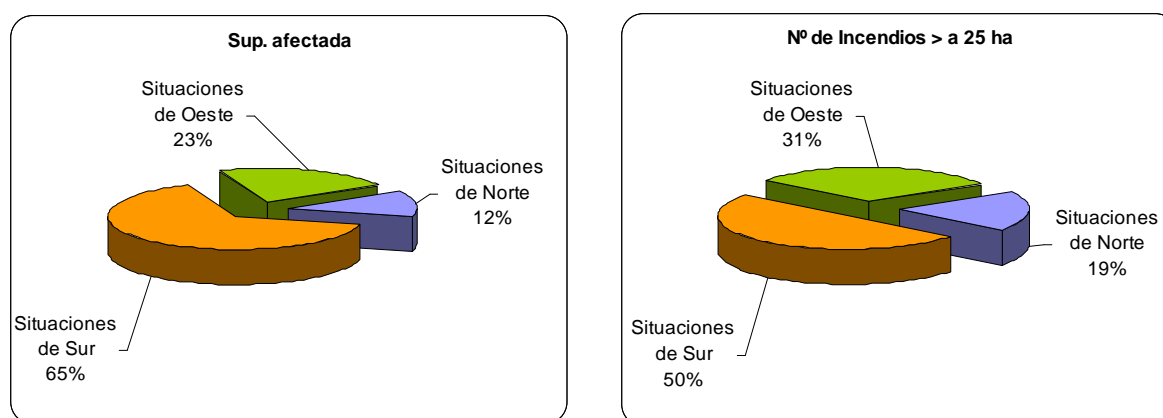


Figura 39. Clasificación de la superficie afectada (izquierda) y número de incendios (derecha) para cada situación sinóptica

## ***II. Situaciones de sur o meridionales***

La mitad de los incendios estudiados (53) se iniciaron bajo situaciones de sur. En ellos se quemó el 65% de la vegetación total afectada (43.840 hectáreas). En los mapas de 850 hPa hay un dominio de los vientos del sur y suroeste para el día de iniciom al igual que a 500 hPa, donde predomina la componente suroeste en la mayoría de las ocasiones.

La mayoría de estas situaciones están vinculadas a la presencia de una borrasca sobre el Atlántico que favorece el flujo del sur y suroeste sobre gran parte del territorio aragonés. Esta advección no queda bien reflejada en los mapas de superficie, en que se mantienen los pantanos barométricos o llegan a dibujarse bajas térmicas que dan lugar al paso de pequeños sistemas frontales. La isoterma a 850 hPa ronda en la mayoría de las ocasiones los 20°C y son un claro reflejo de las advecciones saharianas (Monserrat, 1998), que provocan las mayores olas de calor procedentes de África.

La relativa calma atmosférica, unida a las altas temperaturas y bajas humedades relativas, favorecen los procesos convectivos, que a su vez dan lugar a movimientos mesoescalares de capas de aire cálido y seco. El paso de estos pequeños sistemas frontales ocasiona gran cantidad de igniciones por rayo durante las últimas horas de la tarde y durante la noche que, sucedidos de las temperaturas extremas del día siguiente, han dado lugar a los peores episodios de incendios vividos a lo largo del período estudiado.

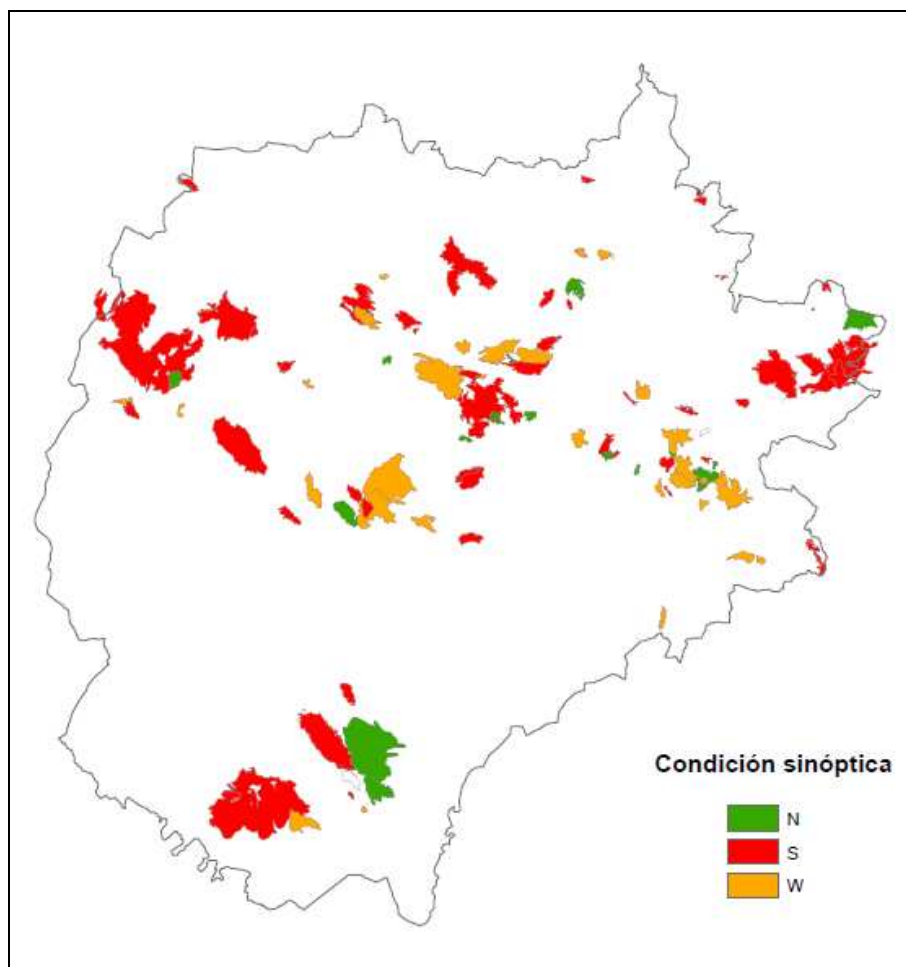
Grandes incendios originados con situaciones de sur se reparten por todo el área de estudio aunque el riesgo aumenta a medida que aumenta la continentalidad y la altura.

## ***III. Situaciones del oeste o zonales***

Un total de 33 incendios comenzaron con vientos del oeste, afectando unas 15.000 hectáreas de superficie. Tanto en las topografías de 850 hPa como 500 hPa dominan los vientos del oeste aunque no es raro encontrar vientos del suroeste o noroeste. En el mapa de 850 hPa la isoterma de 20°C rara vez aparece sobre la zona.

Los pantanos barométricos, advecciones del noroeste y la influencia de figuras ciclónicas como borrascas establecidas o vaguadas, son los tipos sinópticos más habituales.

Grandes incendios forestales desarrollados bajo este tipo de situaciones son especialmente importantes en las Altas Cinco Villas, Montes de Luna o el Somontano Oscense. De nuevo, el carácter abierto de la Depresión del Ebro al oeste facilita la entrada de vientos de este tipo que llegan a la mitad sur del área de estudio secos y recalentados por efecto Föhn o calentamiento catabático.



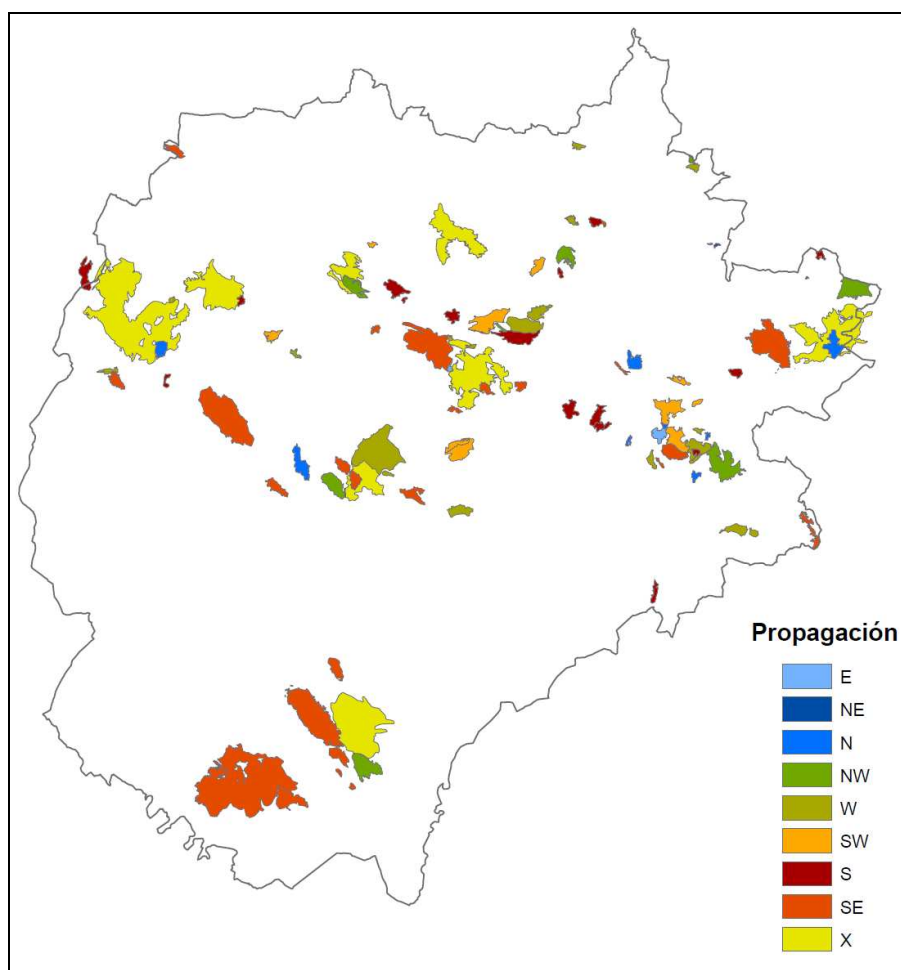
**Figura 40. Distribución de incendios históricos según la clasificación de condiciones sinópticas**

La Figura 40 muestra gráficamente el reparto de las anteriores situaciones entre los incendios contemplados del área de estudio, permitiendo esbozar ciertas comparaciones entre algunos de ellos.

#### **4.5.3. Factores intrínsecos al incendio**

Una vez obtenida la cartografía de las áreas quemadas, se ha analizado cada uno de los incendios con el propósito de obtener un eje de propagación claro del mismo. Partiendo de una zona de inicio, la observación del MDT, los registros meteorológicos y la información contenida en algunas partes que reflejan un cambio en la dirección de propagación del incendio, se ha podido reconstruir de forma aproximada cómo se propagó el incendio.

La dirección de propagación se ha utilizado como variable cualitativa en el estudio tras ser clasificada categóricamente en los 8 octantes de referencia geográfica, y una novena categoría "X" asociada a un cambio importante en la dirección de propagación principal del incendio.



**Figura 41. Distribución de incendios históricos según la dirección de propagación principal**

De forma paralela se ha relacionado la dirección de este eje principal, con la forma final adoptada por el incendio (longitud y anchura), obteniendo el coeficiente de forma. Así, han resultado coeficientes cercanos a 1 para incendios de forma redondeada y máximos de 8 para formas muy alargadas.

Este proceso, repetido para todos los registros de incendios, ha permitido su clasificación posterior según los factores intrínsecos al propio incendio (Figura 41), considerando asimismo la superficie.

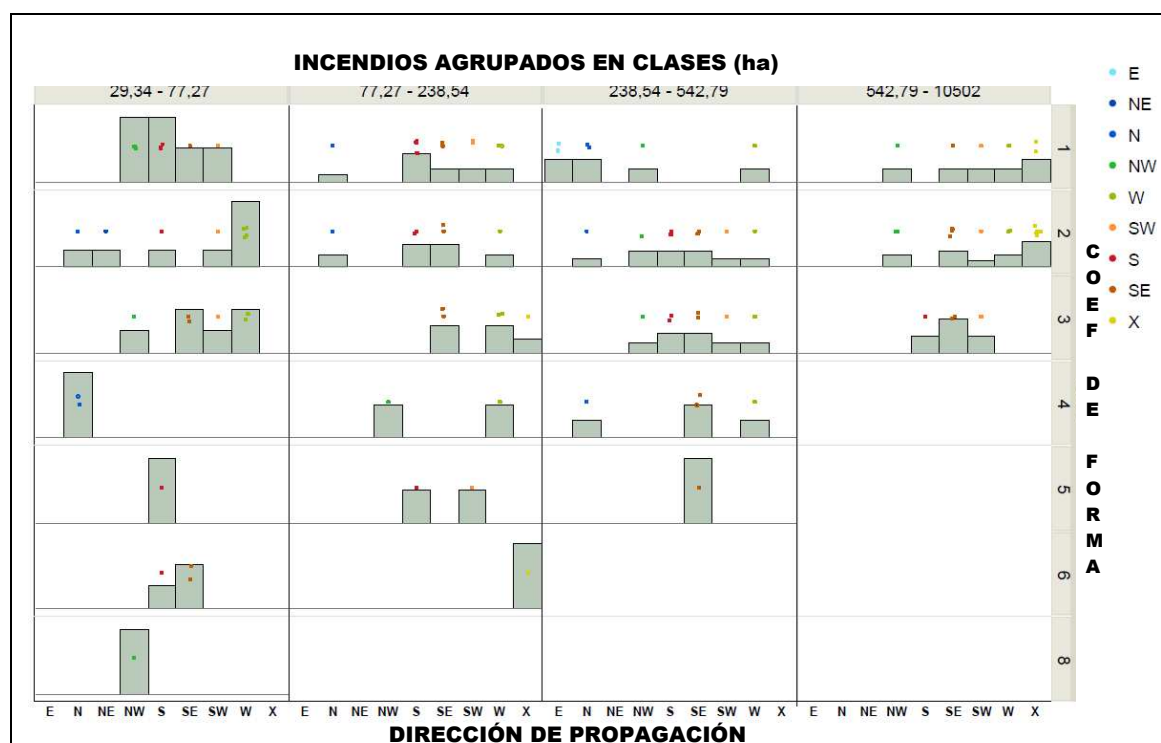


Figura 42. El mosaico representa la clasificación de los incendios estudiados agrupados en clases según la superficie quemada, la dirección de propagación principal y el coeficiente de forma

Los resultados de la Figura 42 muestran una clara heterogeneidad en los incendios pequeños, tanto en lo referente al coeficiente de forma, como en la dirección de los ejes de propagación principales. La forma de los grandes incendios varía desde formas irregulares o redondeadas provocadas por cambios en la propagación del incendio a elípticas. En este caso la relación nunca supera el coeficiente 3 de la relación.

La mayor proporción de superficie quemada está relacionada con las direcciones sureste (30,5%) y "X" (40%) en que, habitualmente, los cambios en la dirección del incendio toman componentes sureste-noroeste y viceversa. Estas direcciones principales demuestran el papel que ejerce el Valle del Ebro en la propagación de los incendios en el área de estudio y muy probablemente en otras próximas.

#### 4.6. Clasificación de incendios según factores de propagación principales

El análisis de todas las combinaciones posibles entre la agrupación estadística obtenida, la agrupación sinóptica y las direcciones de propagación principales, dan lugar a una clasificación final según el factor predominante en la propagación y una subclasificación a la que podemos denominar "Incendio Tipo".

Tras obtener tales combinaciones se realizan grupos afines, marcando con colores aquellas características que parecen coincidir o por el contrario muestran características contrarias.

La Figura 43 representa el proceso de tipificación seguido. El color del marco que contiene a cada uno de los incendios representa los resultados obtenidos de la agrupación estadística mientras que el color del fondo muestra la coincidencia<sup>1</sup> o diferencia entre el vector de propagación y la dirección del aire según la situación sinóptica.

<sup>1</sup> Se consideran coincidentes el vector de propagación y la dirección del viento en altura siempre que el ángulo entre ambos no supere los 90°



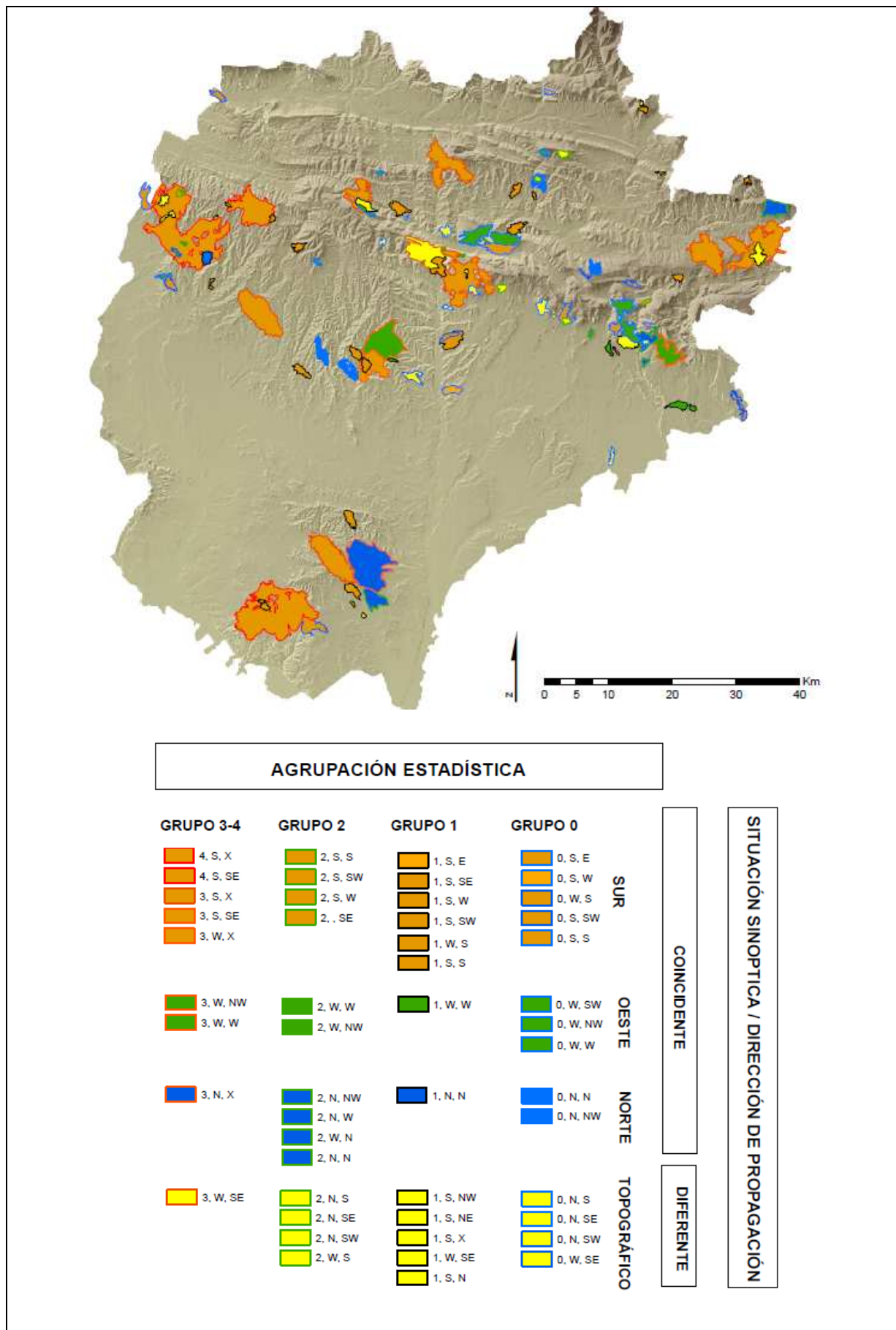


Figura 43. Combinación de variables que explican el proceso de tipificación de incendios históricos

El color naranja muestra todos aquellos incendios en que coincide la dirección del vector de propagación principal y condición sinóptica sur. En el Somontano estos incendios son conducidos por el viento mientras que en el Prepirineo, el relieve y el viento de sur, dan lugar a incendios topográficos importantes en solana.

Los incendios representados de color azul muestran coincidencia entre la dirección de propagación de norte y la situación sinóptica. Son especialmente importantes los incendios conducidos por el viento de norte en el Somontano y Valle de Ebro mientras que en el prepirineo son de menor importancia.

El verde representa una dominancia de la componente oeste y da lugar a incendios conducidos por el viento general en el Somontano e incendios conducidos por el viento topográfico en el Prepirineo.

Los tonos amarillos indican que no hay una coincidencia entre la dirección de la situación sinóptica y la dirección de propagación. Este último grupo, en su gran mayoría contiene incendios de carácter topográfico en el Prepirineo. Cuando aparecen en el Somontano corresponden a incendios clasificados de forma errónea o que muestran un comportamiento especial. Este es el caso de los incendios topográficos bloqueados, al pie de las Sierras Exteriores.

De forma más explícita se muestra esquemáticamente los pasos seguidos en el proceso de tipificación:

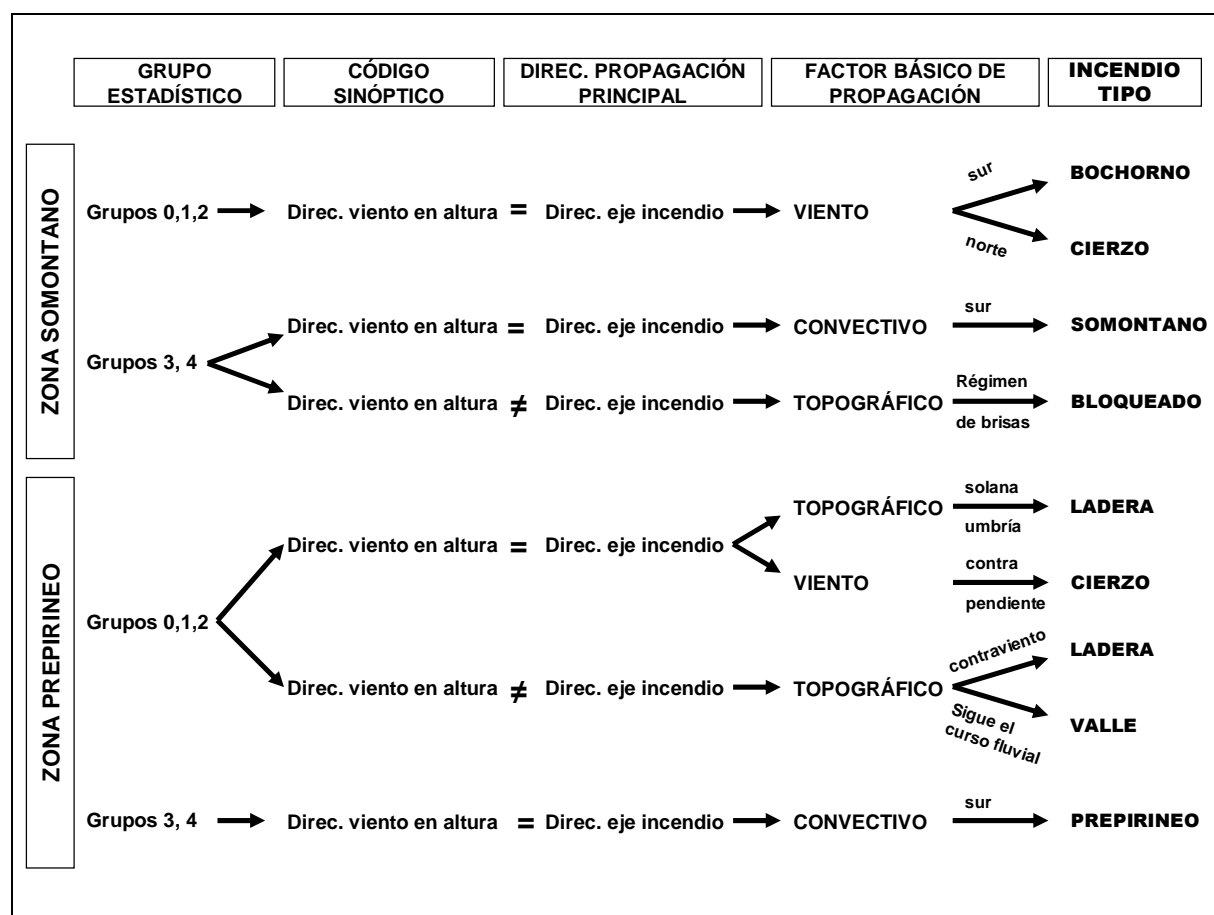


Figura 44. Esquema explicativo del proceso de tipificación de incendios seguido

A continuación se describen los diferentes “Incendios Tipo” con el propósito de responder al segundo objetivo y, en definitiva, al intento de asentar las bases del proceso que permite definir tipos de incendio en el área de estudio en base a un patrón de propagación.

### I. Incendio Tipo de Viento

Generalmente se engloban en este grupo aquellos incendios en que el viento es el factor más destacable o que se desarrollan sobre superficies llanas o con relieve homogéneo. En el área de estudio es el Valle del Ebro del gran motor de los incendios conducidos por viento con un radio de acción que abarca los Somontanos oscenses y zaragozanos, los Montes de Zuera y las extensas zonas cerealistas de las Cinco Villas y la Hoya de Huesca. Se distinguen a su vez dos subtipos:

**Cierzo.** Sigue la alinación del Ebro con sentido noroeste-sureste con una influencia clara hasta el pie de las Sierras Exteriores donde suele tomar componentes oeste-este. Se caracterizan por ser incendios rápidos, con altas velocidades de propagación y formas alargadas, especialmente sobre combustible homogéneo. La continua pérdida de humedad de la masa de aire a lo largo del corredor del Ebro provoca incendios más destructivos e intensos hacia el este, siendo especialmente importantes en la Ribera Baja del Ebro.

**Bochorno.** En dirección opuesta al cierzo, este viento más cálido y reseco tras el paso de la gran extensión monegrina penetra en el área de estudio desde el sureste confiriendo el mayor riesgo sobre los Montes de Luna y las Cinco Villas. En su camino hacia el oeste el bochorno se abre como un abanico tomando la dirección sur-norte por los afluentes principales del Ebro, encontrando estas direcciones de propagación en algunos incendios de la Hoya de Huesca, Montes de Uncastillo y Sos del Rey Católico.

### II. Incendio Tipo de Meteorológico/Convectivo

Son incendios caracterizados por mantener condiciones sinópticas de sur o zonales (oeste) durante gran parte del incendio y coincidir con el vector de propagación del incendio. En ocasiones, la ignición se produce bajo condiciones de sur y posteriormente cambia a norte (Luna 1981, Paternoy 1994, Uncastillo 1994) y viceversa; en el momento de la iniciación hay condiciones de vientos generales de norte para posteriormente agravarse y pasar a una situación de sur (Zuera 1995). Estos cambios en la situación sinóptica quedan bien reflejados en las variaciones en la dirección de propagación (Figura 41).

Los grupos 3 y 4 del análisis de componentes principales coinciden con esta tipología de incendios, en los que el factor temperatura es máximo para los registros que engloba.

Los subtipos identificados son:

**Convectivo de Somontano.** Formas propias de incendios dominados por el viento (coeficiente 3) debido a una topografía alomada, desniveles bajos y sin una orientación marcada, con valores entorno al 50% tanto de superficie en umbría como en solana. En la agrupación estadística, esta tipología de incendios es la que más se dispersan en el eje de ordenadas y toma mayores valores de Factor Temperatura (Figura 36). En unas ocasiones, la alternancia de vales y campos de cultivo favorecen el aporte de aire al incendio desplazándose en direcciones sureste-noroeste o en otras, la situación a “pie de peña” lo redirecciona con componentes este-oeste y viceversa, hasta que cambia la condición sinóptica o la disponibilidad de combustible. En estos casos la mayor actividad de propagación reside en los flancos, que continúan abriéndose pero con menor intensidad, tomando formas más redondeadas.

**Convectivo prepirenaico/Convectivo montaña media.** Aparecen entre el extremo más meridional de las Sierras Exteriores y la depresión media que constituye el río Aragón. Con formas más singulares, en ocasiones muestran varias lenguas, o picos propios del cambio en el vector principal

del incendio, ya sea por una mayor influencia del viento o de la topografía. En un primer momento el incendio se mueve por topografía, quemando los valles principales hasta llegar a la divisoria. En este momento queda a disposición de los vientos generales, muy frecuentemente de sur, sin limitaciones de combustible. La gran continuidad de vegetación, unida a la influencia de la diversidad topográfica, hace que sean incendios complejos, en los que las condiciones atmosféricas van a decidir “hasta donde” y “hasta cuando”.

### III. Incendio Tipo Topográfico

Los incendios topográficos se caracterizan por ser la orientación y la pendiente los factores decisivos que conducen el incendio. Esta tipología no relaciona directamente el vector de propagación con la dirección de los vientos generales, si bien van a configurar el escenario para desencadenar un GIF. Los incendios topográficos son más importantes a medida que se asciende en latitud y la orografía se complica. Los grupos 0 y 1 del análisis de componentes principales engloban una buena parte de los incendios topográficos divididos en varios subtipos:

**Topográfico de valle.** Las desigualdades de presión provocadas por el diferente calentamiento solar provoca flujos ascendentes de aire desde las zonas deprimidas hacia las elevaciones de los valles, mientras que por la noche toman sentido contrario. La canalización de este tipo de flujos será el motor de propagación de los incendios topográficos en los valles principales. En el área de estudio, los diferentes cambios en la dirección del valle del Gállego al atravesar las grandes formaciones molásicas de Riglos y en especial la posición perpendicular del tramo del embalse de La Peña (tanto a la circulación general de norte como a las advecciones cálidas de sur) genera una serie de vientos topográficos acelerados en sentido ascendente, que han conducido a lo largo del período y de forma recurrente importantes incendios, tanto en solana como umbría.

**Topográfico de ladera.** Generalmente se inician en la misma ladera ascendiendo de forma rápida por línea de máxima pendiente y favorecido por el viento convectivo de la solana hasta la divisoria. En el momento que llega a este punto, pierde alineación y generalmente cambian las propiedades del combustible en umbría, propagando únicamente los flancos y la cola en descendente. En ocasiones este fuego de media y baja intensidad alcanza puntos críticos en fondos de barranco iniciando nuevas carreras ascendentes ahora sobre una vaguada con un comportamiento más intenso. Los incendios topográficos de ladera se dan en gran parte del territorio, pero son más patentes en zonas donde hay dominancia del relieve frente a los vientos predominantes, ya sean de valle o más generales como los de la Depresión del Ebro.

**Topográfico bloqueado.** En situaciones caracterizadas por una ausencia de flujos de aire de largo recorrido, especialmente del W, en las que predominan las cuñas anticlónicas o pantanos barométricos, la dirección de los vientos viene condicionada por el calentamiento solar. Estas brisas se acoplan muy bien a la orografía y red hidrográfica creando un flujo alternante en las masas de aire.

Bajo estas condiciones de brisas a niveles bajos, los vientos ascendentes encuentran la oposición de la barrera Prepirenaica la cual no pueden sobrevolar y tienen que discurrir paralelo a ellas desviando el flujo hacia las bajas presiones en ocasiones de forma acelerada.

Este tipo de incendios se observan en el entorno de Murillo-Agüero y Loporzano-Apiés bajo condiciones sinópticas del W. Los vientos ascendentes por los Valles Gallego y Flumen respectivamente, quedan bloqueados por las grandes formaciones de conglomerados de los Mallos de Riglos y Salto del Roldán desviando el flujo hacia el W en ambas ocasiones, en dirección opuesta a la dirección del viento general.

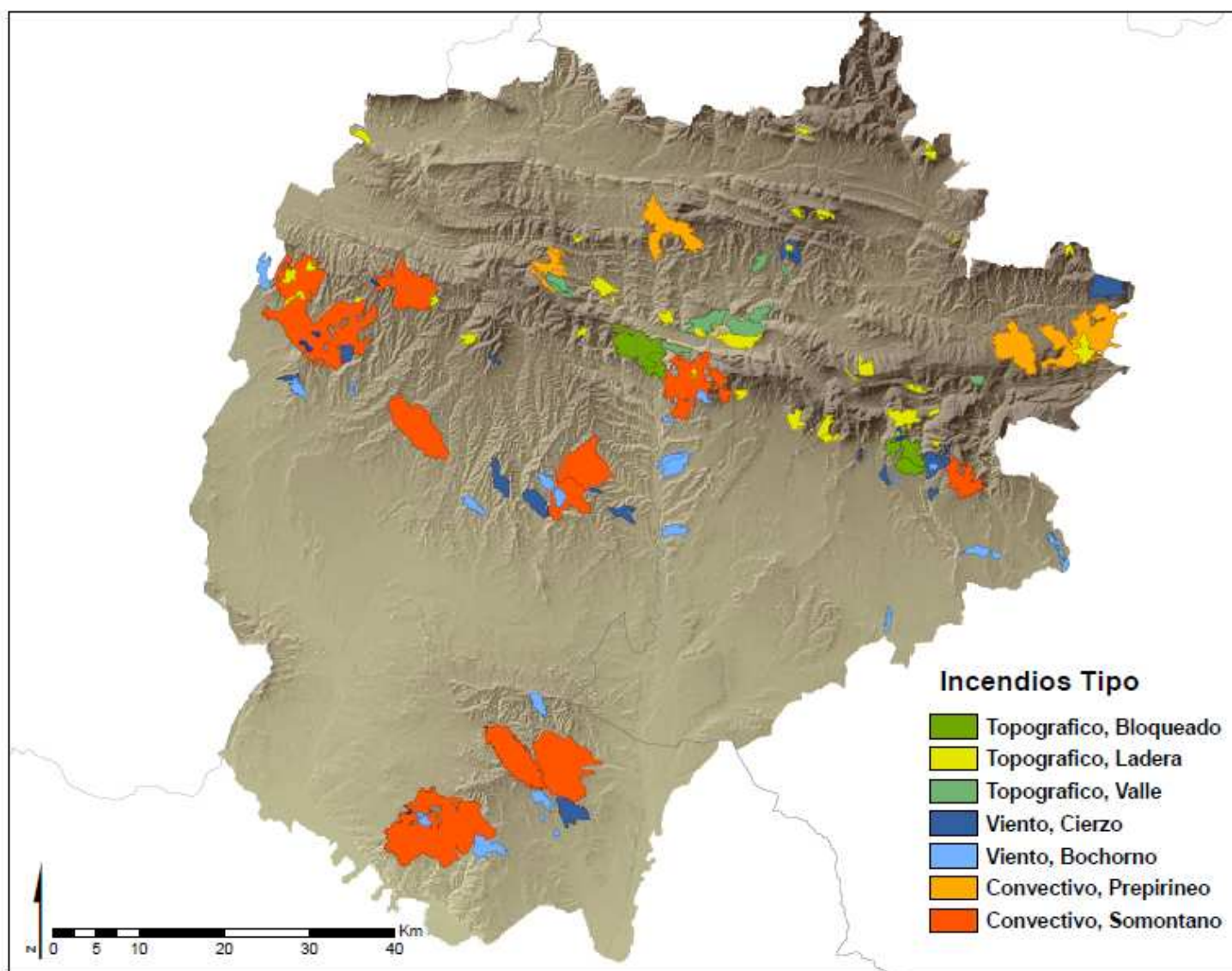


Figura 45. Tipología de incendios forestales en el Prepirineo central y occidental de Aragón

## **5. DISCUSIÓN GENERAL**

### ***Caracterización climática***

La caracterización térmica y pluviométrica así como el régimen de vientos dentro del área de estudio ha quedado bien representada mediante el estudio de los registros medios mensuales de las estaciones de primer orden, con series fiables superiores a 30 años y repartidas de forma homogénea sobre el territorio.

Dicha caracterización, ha permitido clasificar períodos de alta actividad de incendios en función de los valores anuales de temperatura y precipitación. En términos generales, a lo largo de cuatro décadas, los años o períodos clasificados como secos o muy secos están en buena parte relacionados con años cálidos o muy cálidos. Esta combinación representa un riesgo estacional durante los meses de julio y agosto donde se concentran el 85 % de lo GIF. Aún así, cabe esperar que, los mayores períodos relacionados con GIF se sucedan bajo años especialmente secos y cálidos, aunque estos años no siempre van a implicar grandes incendios. De la misma forma, años clasificados como lluviosos, o relativamente fríos, la actividad de incendios ha sido alta, lo que explica la importancia de las condiciones meteorológicas de días muy concretos en la actividad del fuego.

El régimen de vientos para la zona de estudio queda bien representado para la Depresión del Ebro y los Somontanos prepirenaicos donde la influencia del Valle y la alineación de las grandes formaciones montañosas al sur de las Sierras exteriores configuran el flujo bidireccional del corredor del Ebro. De forma análoga, la falta de observatorios en la montaña media prepirenaica y la complejidad del relieve, conforman un régimen de vientos muy distintos y variables para la zona más septentrional del área de estudio, donde los vientos topográficos relacionados con la red hidrográfica determina los movimientos diarios de los flujos de aire.

### ***Reconstrucción y caracterización de los incendios forestales***

Durante el trabajo de reconstrucción y caracterización de incendios forestales, la mayor dificultad ha supuesto el homogeneizar la información disponible de todos los registros de incendio, para poder llevar a cabo un análisis conjunto.

La base de datos de incendios históricos se ha constituido en una herramienta muy valiosa para poder organizar la ingente cantidad de datos cualitativos y cuantitativos, así como información gráfica asociada a los incendios. Además de facilitar una estructura lógica de la información, que permite su fácil interpretación y comparación, la compatibilidad con otras herramientas como las estadísticas ha permitido la explotación de dicha información en otros términos.

El numeroso contenido de variables cuantitativas o categóricas referentes al incendio que comprende, o las condiciones meteorológicas y sinópticas, facilitan la internalización de todos los incendios para el analista, el establecimiento de relaciones y agrupación y, al final, un conocimiento bastante preciso de la repercusión del fenómeno en el área de estudio, respondiendo así al primer objetivo establecido para este trabajo.

Como principales limitaciones de esta herramienta se destaca que adolece de la información más auténtica referente a los incendios, aquella diferente de la meramente estadística. Ejemplo de ello es la información que aparece en los partes de incendio detallados o en la prensa histórica (más crítica que la de hoy), en la que además del estricto contenido informativo, se plasman gran cantidad de impresiones.

Por otra parte, la base de datos de incendios históricos elaborada queda limitada en capacidad, especialmente cuando se trabaja con gran volumen de imágenes. Por esta causa no ha sido posible introducir en la base de datos más imágenes escaneadas, como mapas o croquis a mano alzada, y se han eliminado del apartado de condiciones previas los tres mapas sinópticos referentes al cuarto día anterior al incendio.

### **La cartografía de áreas quemadas**

La realización de la cartografía de áreas quemadas, al igual que la localización de puntos de inicio, tiene en algunas ocasiones un alto contenido de subjetividad, especialmente en zonas de gran recurrencia donde la reconstrucción resulta ser meramente intuitiva.

Cada uno de los incendios reconstruidos a partir de técnicas de comparación de imágenes aéreas mediante SIG ha de ser analizado *in situ*, con transectos y muestreos en la posible área afectada, que confirmen la existencia de tal incendio, por los diferentes cambios en la vegetación y por vestigios aún patentes del paso del fuego e incluso, por testimonios de profesionales o vecinos que vivieron el incendio.

Por este motivo la cobertura de zonas incendiadas realizada para el sector central y occidental del Prepirineo Aragonés es susceptible de rectificación y mejora, quedando a expensas de una validación tras un análisis en campo que lo corrobore. En cualquier caso, la incorporación de nuevas tecnologías en la gestión (GPS, imágenes aéreas, etc.) permite disponer de información cada vez más precisa y ajustada a los fines descritos, que también se ve plasmada en las fuentes de información utilizadas para este estudio (partes de incendios, etc.).

La disponibilidad de esta cartografía, con la información asociada a la misma (interpretación de la propagación, coeficiente de forma, etc...) se demuestra como muy útil para poder identificar la explicación de los distintos factores en el comportamiento de los incendios y, finalmente, para facilitar la tipificación de los mismos.

### **Reconstrucción de la ventana meteorológica y análisis de las condiciones sinópticas**

El análisis de la ventana meteorológica post incendio conlleva el estudio y comparación de la información sinóptica y mesoescala, para comprender los principales episodios de incendios forestales sobre el área de estudio y sobre todo Aragón.

En muchas ocasiones, el tiempo registrado durante las horas de incendio, parece ser diferente o no se muestra en los mapas del día correspondiente. Esto es debido al carácter mesoescalar de algunos mecanismos como la lluvia, o al diferente contenido de humedad entre masas de aire, que hacen que pasen inadvertidos episodios con gran actividad de fuego en algunos mapas, donde las condiciones no parecen ser especialmente desfavorables.

Por estos motivos, se considera necesario el estudio y la predicción a nivel mesoescalar, especialmente en situaciones de sur en que se suceden periodos de inestabilidad atmosférica, que suelen corresponderse con días de alta actividad de fuego.

Por otro lado, las distintas situaciones sinópticas implicadas en el inicio de los incendios quedan clasificadas en tres grandes grupos, que reflejan la dirección del viento según la circulación general. La dirección del flujo de masas de aire a 850 hPa y 500 hPa ha permitido determinar el régimen de vientos a escala sinóptica, no influenciados ni alterados por las condiciones topográficas locales.

La isoterma a 850 hPa, además de reflejar la entrada de masas de aire cálido desde el sur, ha sido el punto de unión entre la escala sinóptica y la agrupación estadística, resultando una variable de peso en los resultados del tratamiento estadístico, concretamente en la componente térmica.

Los tipos sinópticos más frecuentes durante los meses de julio y agosto, directamente relacionados con el inicio de incendios, son el pantano barométrico y la formación de bajas térmicas.

A 500 hPa, la circulación ciclónica en forma de borrasca o vaguada al oeste y noroeste de Aragón, favorece la situación de sur que queda reflejada por la isoterma de 20 °C a 850 hPa sobre Aragón. En superficie muchas de estas situaciones van acompañados del paso de frentes con trayectorias suroeste -noreste y abundante aparato eléctrico (el 81% de incendios de rayo se originan bajo situación de sur). En muchas de las ocasiones, el paso del sistema frontal hacia el este viene acompañado de un cambio en la situación sinóptica, con vientos del norte en superficie.

Las situaciones de sur ejercen un riesgo generalizado sobre toda el área de estudio mientras que la situación de norte lo hacen sobre la depresión del Ebro, al sur de las Sierras Exteriores. La



situaciones zonales o de poniente no entrañan un riesgo acusado, supuestamente por no disponer todavía de un carácter lo suficientemente terrenal, como para generar grandes incendios.

### ***Análisis de la dirección de propagación principal y del coeficiente de forma***

El análisis de la dirección de propagación y su relación con el coeficiente de forma han permitido distinguir aquellos incendios conducidos por el viento, respecto a los dominados por la configuración del relieve.

La dirección principal del eje de propagación presenta una regionalización evidente con claras diferencias entre La Depresión del Ebro y el Prepirineo.

Las direcciones sureste-noroeste y viceversa dominan en el Valle del Ebro y sus Somontanos. El inicio bajo situaciones de sur es la más generalizada de los GIF, pero aquellos más destructivos han tenido un cambio en la situación sinóptica bajo la que se originaron y, por lo tanto, en la dirección. En estas ocasiones, la cola y flanco derecho del incendio se convierten en la parte más activa del incendio que avanzan en sentido contrario al inicial, dando lugar a incendios de forma redondeada que no muestran un claro vector de propagación a simple vista.

Desde el pie de las Sierras Exteriores hacia el norte, la variabilidad en las direcciones de propagación aumenta, pero siempre respondiendo a unos mismos patrones; aquí son determinantes la dirección cambiante de la red hidrográfica y la línea de máxima pendiente, perpendicular a la alineación general de las grandes cadenas montañosas. .

Los GIF en la montaña media se caracterizan por presentar dos o más ejes de propagación, con formas irregulares, pero no alargadas ni redondeadas como en la Depresión.

### ***Relaciones entre factores a través de análisis de componentes principales***

El análisis multivariante, reducido a 2 componentes principales, permite hacer una primera aproximación de aquellas variables realmente significativas, pero únicamente explica el 56% de los incendios existentes. La incorporación de una tercera componente habría permitido una mejor agrupación de los registros, especialmente de los contenidos en los grupos 0 y 1, para cuya clasificación se ha dado más peso al análisis de las condiciones sinópticas y de la dirección del eje principal de propagación.

La complejidad de integrar un elevado número de variables en el análisis estadístico se concreta en que es necesario disponer de un cuantioso número de registros (al menos el triple), para garantizar la significación del tratamiento. Una opción en este sentido sería eliminar aquellas variables que presentan peores correlaciones en un primer análisis, con el fin de aumentar la significación, pero de este modo se desatendería a uno de los objetivos planteados en el presente estudio: el que trata de identificar qué variables son más significativas para que un incendio se convierta en un GIF.

### ***Clasificación y tipificación de los incendios forestales***

Mediante el estudio y análisis de la información anterior, relacionando los diferentes factores según el proceso descrito, se ha llegado a una tipificación de los incendios en el área de estudio. La clasificación sugerida engloba aquellos incendios que muestran unas mismas similitudes entre los tres incendios tipo resultantes: de viento, meteorológico/convectivo y topográfico. Para llevar a cabo la tipificación ha sido necesario que al menos un 5% de los incendios se correspondieran con un mismo tipo de los definidos.

Ha sido desechado un tipo meteorológico de condiciones especialmente frías, que se corresponde con el grupo 2 resultado del análisis estadístico y con direcciones de propagación y situación sinóptica de componente norte. Estos incendios de invierno, en ocasiones con vientos fuertes, han sido caracterizados en los tipos viento (cierzo) y topográfico, según el factor dominante. En posteriores estudios, con un tamaño de muestra mayor se podría identificar con sentido propio a este tipo de incendios.

Se ha identificado el incendio tipo convectivo, si bien no se ha comprobado en todos los incendios clasificados como tal que existiera dicha convección en sentido estricto. Ésta ha sido supuesta por desarrollarse los incendios bajo condiciones favorecidas por la meteorología y la disponibilidad o acumulación de combustible. El estudio y la experiencia de los incendios convectivos constatados más recientemente y verificados como tal, permiten extrapolar resultados a los incendios más antiguos de similares características.

La elección de dos tipos de incendios de viento reside en la necesidad de simplificar para que la agrupación no resulte farragosa. Por esta causa y dada la influencia del río Ebro y sus afluentes sobre la dirección del viento en el ámbito de estudio, se ha incluido los incendios de viento del oeste en Cierzo y Bochorno si bien las características térmicas e higrométricas no se corresponden con el viento de noroeste y sureste respectivamente.

La tipificación de los incendios tipo topográficos parece responder bien a la diferenciación del conjunto de incendios dominados por el relieve de la zona norte del área de estudio. Mientras los incendios topográficos de ladera o fondo de valle son generalizados para toda la montaña media, los incendios topográficos bloqueados quedan en la Depresión, al límite de la gran barrera que impide su transición. Esta tipología de incendios se repite en aquellos lugares donde se combinan la situación de abrigo bajo las grandes formaciones rocosas y los vientos recalentados que ascienden por los cursos fluviales en busca de las bajas presiones.

## **6. CONCLUSIONES**

La problemática de los incendios forestales en Aragón y concretamente en el Prepirineo y sus Somontanos exige un detallado conocimiento del contexto espacial, temporal y coyuntural en el que se desarrollan este tipo de perturbaciones, demandando estudios que caractericen las circunstancias en que se desarrollaron los incendios forestales de años pasados y sirvan de modelo para prevenir, predecir y afrontar los incendios futuros.

Respondiendo a los objetivos generales se extraen las siguientes conclusiones:

### *I. La reconstrucción y caracterización de los incendios forestales*

La reconstrucción y caracterización de incendios forestales mediante fotointerpretación y su análisis atendiendo a la información contenida en el parte de incendio, ha permitido crear una cartografía específica de las diferentes zonas afectadas por el fuego en el Prepirineo central y occidental aragonés, ofreciendo unos resultados satisfactorios en el contexto del objetivo marcado.

Asimismo, esta cartografía y la información que la complementa permiten definir la recurrencia y distribución de los incendios forestales en el área de estudio. En este sentido, se debe dejar constancia de la acusada variabilidad temporal en la que el fuego irrumpe en la zona prepirenaica, siendo años concretos y bajo similares episodios meteorológicos, los que dan lugar a los períodos críticos de fuego.

En rayo como principal causa de los incendios acompañado de situaciones sinópticas meridionales y zonales configuran el principal escenario de GIF en el Prepirineo y sus somontanos a lo largo de cuatro décadas.

### *II. Tipificación de incendios forestales*

El proceso de trabajo realizado ha resultado en el establecimiento de la metodología que permite una tipificación de los incendios en función de la propagación del fuego. Tal método, muestran coherencia durante su aplicación en el área de estudio, según se ha podido contrastar utilizando la información disponible del desarrollo real de algunos incendios históricos.

Respondiendo a los objetivos planteados, el análisis de componentes principales permite reducir la dimensión de un numeroso conjunto de variables propias de cada incendio, relacionando directamente los factores de relieve obtenidos del MDT del área quemada con factores de temperatura a escala sinóptica y mesoescala.

La agrupación estadística, la codificación de las situaciones sinópticas y el análisis de los factores intrínsecos del propio incendio han permitido la identificación de zonas homogéneas dentro del área de estudio, vinculadas a un patrón de propagación análogo con un total siete tipologías de incendios distintas.

Finalmente, podemos afirmar que incendios tipo se concentran en zonas geográficas determinadas y serán las condiciones meteorológicas de días concretos las que los favorecerán. La constancia de un riesgo permanente derivado de la topografía que acompaña a la montaña media prepirenaica y el riesgo meteorológico general y episódico para todo el área de estudio son conclusiones directas de este trabajo.

## **7. BIBLIOGRAFÍA**

- AGEE, J. K. 1993. *Fire Ecology of Pacific Northwest Forest*. Island Press. Washington D.C. 493 pp.
- AGUADO, I.; CHUVIECO, E.; SALAS, J.. 2000. *Comparación estadística de métodos tradicionales de interpolación e imágenes NOAA-AVHRR para valorar el Peligro de Incendio*. Tecnologías Geográficas para Desarrollo Sostenible. Pp 185-199. Disponible en [www.age.ieg.csic.es/metodos/docs/IX\\_2/Aguado\\_Inmaculada.PDF](http://www.age.ieg.csic.es/metodos/docs/IX_2/Aguado_Inmaculada.PDF)
- ALVAREZ LAMATA, E.; FUENTE JIMENEZ, C.; GARCÍA ORTEGA, A. 2005. *Índice meteorológico de riesgo de incendios forestales para Aragón*. Nota Técnica nº 4 del Centro Meteorológico Territorial en Aragón, La Rioja y Navarra. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.149 pp.
- ABAURREA, J.; ALVAREZ, E.; ASÍN, J.; CEBRIÁN, A.C.; CENTELLES, A. *Situaciones sinópticas más frecuentes en los episodios de ola de calor en el centro del Valle del Ebro*. Asociación Meteorológica Española. Disponible en <http://www.ame-web.org/JORNADAS/C2-trabajo%20Evelio%20et%20al.pdf>
- APARICI GARATE, A. 2009. *Ajuda a la presa de mesures preventives contra incendis forestals, mitjançant l'estudi dels incendis a la província de Castelló des de l'any 1993 al 2005*. Proyecto fin de carrera (PFC). Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària (ETSEA), Universidad de Lleida.
- ARAQUE JIMENEZ, E. 1999. Incendios Históricos. Una aproximación multidisciplinar. Universidad internacional de Andalucía. pp 13-37
- ARNALDOS VIGER, J.; NAVALÓN NONELL, X.; PASTOR FERRER, E.; PLANAS CUCHI, E.; ZÁRATE LÓPEZ, L. 2004. *Manual de ingeniería básica para la prevención y extinción de incendios forestales*. Mundi Prensa. Barcelona. 414 pp.
- BARDAJÍ MIR, M. 1996. *Efectos a corto plazo de la quema controlada sobre la vegetación, en una formación de pinus halepensis (MILL) de la región mediterranea francesa*. Proyecto fin de carrera (PFC). Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària (ETSEA), Universidad de Lleida
- BARDAJÍ, M. 1998. *Quemas prescriptas en masas de pinus halepensis y Quercus coccífera*. pp. 179-194. En Seminari sobre incendis forestals. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. Solsona.
- BLAS MORATO, R.; GONZÁLEZ ALONSO, F. ;GURRÍA GASCÓN, J. L. *Cartografía de áreas quemadas con Spot 5*. Departamanto de Geografía, Universidad de Extremadura. Disponible en [www.age.ieg.csic.es](http://www.age.ieg.csic.es)
- CAPEL MOLINA, J.J.; 1981. *Los Climas de España*. Ediciones Oikos-Tau. Barcelona. 429 pp.
- CAPEL MOLINA, J.J. 2000. *El clima de la península Ibérica*. Ed. Ariel. Barcelona, pp 159-225
- CASTELLNOU RIBAU,M. 1997. *Caracterització del règimen d'incendis de Tivissa-Vandellòs*. Proyecto fin de carrera (PFC). Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària (ETSEA), Universidad de Lleida
- CASTELLNOU, M. 1998. *Reconstrucció de la Progresió de incendis Històrics i el seu efecte en la vegetació*: Ribera d'Ebre. pp. 207-223. En seminari sobre Incendis Forestals. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. Solsona.

CASTELLNOU, M.; RODRIGUEZ, L.; MIRALLES. 2004. *Replantant-se el futur de la prevenció i extinció d'incendis forestals*. pp. 44-49. En Incendis forestals, dimensió socioambiental, gestió del risc i ecologia del foc : actes de les Jornades sobre Incendis Forestals i Recerca de la xarxa ALINFO : anàlisi d'alternatives a la problemàtica dels grans incendis forestals. Xarxa ALINFO, DL. Solsona.

CASTELLNOU, M.; PAGÉS, J.; MIRALLES, M.; PIQUÉ, M. 2009. *Tipificación de los incendios Forestales en Cataluña*. Elaboración del mapa de incendios de diseño como herramienta para la gestión forestal. Actas del 5º Congreso Forestal Español. Ávila.

CASTELLNOU, M.; NEBOT, E.; MIRALLES, M. 2007. *El papel del fuego en la gestión del paisaje*. Actas de la 4ª Conferencia Internacional sobre Incendios Forestales. Wildfire 2007, Sevilla. Disponible [www.fire.uni-freiburg.de/sevilla.../Castellnou\\_et\\_al\\_\\_2\\_SPAIN\\_Cat.pdf](http://www.fire.uni-freiburg.de/sevilla.../Castellnou_et_al__2_SPAIN_Cat.pdf)

CASTRO, A.; SÁNCHEZ, J.L.; FRAILE, R.; MADRID, J.L. 1989. *Análisis de las tormentas del Valle Medio del Ebro*. Boletín de Sanidad Vegetal y Plagas nº 15. pp 149-160

CASTRO A.; SÁNCHEZ, J.J. 1990. *Estudio del viento troposférico en el Valle Medio del Ebro en días con actividad tormentosa*. Boletín de Sanidad Vegetal y Plagas nº 16. pp 487-497

CARRACEDO MARTÍN, M; DIEGO LIAÑO, C; GARCÍA CODRÓN, J.C; RASILLA ÁLVAREZ, D.F. (2009). *Los Incendios Forestales*. Ed. Davinci. Barcelona, pp 149-196

CREUS NOVAU, J. 1983. *El clima del Alto Aragón Occidental*. Monografías del Instituto de Estudios Pirenaicos Nº 109. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Jaca. 233 pp.

CREUS NOVAU, J; PUIGDEFÁBREGAS, J. 1976. *Influencia del relieve en las precipitaciones máximas: un ejemplo Pirenaico*. Cuadernos de investigación: Geografía e historia Vol.4 , pp 11-24. Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/oaiart?codigo=263269>

CUADRAT, J.M.; PITA, M.F. 2009. *Climatología* (5ª ed.). Ediciones Cátedra. Madrid. 496 pp.

DE LA RIVA FERNÁNDEZ, J. 1997. *Los Montes de la Jacetania. Caracterización física y explotación forestal*. Publicaciones del Consejo de Protección de la Naturaleza. Serie Investigación. Zaragoza. pp.265-272.

DEL VALLE, J. 1996. *El clima del Prepirineo Central y Occidental Aragonés y sus Somontanos*. Publicaciones del Consejo de Protección de la Naturaleza. Serie Investigación. Zaragoza. 327 pp.

FONT TULLOT, I.2000. *Climatología en España y Portugal* (2ª ed). Ediciones Universidad de Salamanca. Salamanca. 422 pp.

GALÁN, M.; LLEONART, S. 2004. *Plans de gestió de grans incendis forestals*. pp. 50-55. En Incendis forestals, dimensió socioambiental, gestió del risc i ecologia del foc : actes de les Jornades sobre Incendis Forestals i Recerca de la xarxa ALINFO : anàlisi d'alternatives a la problemàtica dels grans incendis forestals. Xarxa ALINFO, DL. Solsona.

- GOBIERNO DE ARAGÓN. 2008. *Memoria Charlie 1 2008*. Coordinación de Medio Aéreos. Dirección General de Gestión Forestal. Servicio de Gestión de los Incendios Forestales y Coordinación. Sección de los Incendios Forestales. Disponible en [www.portal.aragon.es/.../PUBLICACIONES/MEMORIAS/Memoria\\_Charlie08.pdf](http://www.portal.aragon.es/.../PUBLICACIONES/MEMORIAS/Memoria_Charlie08.pdf)
- GRILLO DELGADO, f.; CASTELLNOU RIBAU, M.; MOLINA TERREN, D.; MARTINEZ LOPEZ, E.; DÍAZ FABABÚ, D. 2008. *Análisis del incendio forestal: Planificación de la extinción*. Aifema. Granada. 138 pp.
- HERNÁNDEZ JIMENEZ, A. 2004. *Los incendios Forestales en la Provincia de Teruel*. Índice de Peligro Básico. Publicaciones del Consejo de Protección de la Naturaleza. Serie Investigación. Zaragoza. 327 pp 153-154
- LAURENÇO, L. 1988. *Tipos de tempos correspondentes aos grandes incendios forestais ocorridos em 1986 no centro de Portugal*. Revista Finisterra nº XXIII. Lisboa. pp 251-270
- LLORET, F.; BENDINELLI, I. 2005. *Els incendis forestals a Catalunya de principis del segle XX a partir de fonts periodístiques*. Orsis (Organismos y Sistemas). Servicio de publicaciones de la universidad Autónoma de Barcelona, Vol. 20. pp. 83-91
- LOPEZ QUINTANILLA, M.R. 2004. *Plan de prevención de grandes incendios forestales en el PPP B3 "Sierras del Montnegre y el Corredor" (Barcelona)*. Proyecto fin de carrera (PFC). Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària (ETSEA), Universidad de Lleida
- MARTÍN VIDE, J. (2005). *Los mapas del tiempo*. Ed. Davinci. Barcelona, 219 pp.
- MARTÍN VIDE, J. (1987). *Característiques climatològiques de la precipitació en la franja costera mediterrània de la Península Ibèrica*. Tesis Doctoral. I.C.C. Generalitat de Catalunya. Barcelona., pp 111-123.
- MARTÍN VIDE, J.; OLCINA CANTOS, J. 2001. *Climas y tiempos de España*. Alianza Editorial. Historia y Geografía. Madrid. 258 pp.
- MARTINEZ LÓPEZ, E.; CASTELLNOU RIBAU, M.; MOLINA TERRÉN, D. 2005. *Pre-extinció de Grandes Incendios Forestales: El caso de Rialb*. Actas de la II Conferencia internacional sobre estrategias de prevención de incendios en el Sur de Europa. Barcelona.
- MARTIN ISABEL, M.P.; CHUVIECO SALINERO, E. 1998. *Cartografía de grandes incendios forestales en la Península Ibérica a partir de imágenes NOAA-AVHRR*. Serie geográfica Vol.7. Universidad de Alcalá. 108-128.
- MARTIN ISABEL, M.P.; CHUVIECO SALINERO, E.; AGUADO, I. 1998. *La incidencia de los incendios Forestales en España*. Serie geográfica Vol.7. Universidad de Alcalá. 23-36.
- MASIP FERRÉ, G. 2001. *Anàlisi de diferents mètodes de classificació d'una imatge de satèl·lit per caracteritzar la superfície afectada per l'incendi del Solsonès de 1998*. Proyecto fin de carrera (PFC). Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària (ETSEA), Universidad de Lleida



MONSERAT I AGUADÉ, D. 1999. *La predicció dels grans incendis*. En FOC VERD II. Programa de gestió del risc d'incendi forestal. Generalitat de Catalunya. Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca. pp. 166-180

MONSERAT I AGUADÉ, D. 1998. *Situaciones sinópticas relacionadas con el inicio de grandes incendios forestales en Cataluña*. Nimbus: Revista de meteorología climatología y paisaje. Nº 1-2. pp 93-112. Disponible en <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=199678>

MONTESINOS FANDOS, F. 2005. *Propuesta de un sistema indexado de codificación de las causas como herramienta para la gestión de la prevención de los incendios forestales*. Proyecto fin de carrera (PFC). Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària (ETSEA), Universidad de Lleida

NEBOT, E. 2003. *Model de simulació del sistema forestal de Tivissa i Vandellòs (Tarragona) segons diferents escenaris de perturbacions i escala temporal*. Proyecto fin de carrera (PFC). Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària (ETSEA), Universidad de Lleida

NEBOT, E. 2004. *Modelo de simulació del sistema forestal Tivissa Vandellòs segons diferents escenaris de perturbacions i escala temporal*. En Incendis forestals, dimensió socioambiental, gestió del risc i ecologia del foc : actes de les Jornades sobre Incendis Forestals i Recerca de la xarxa ALINFO : anàlisi d'alternatives a la problemàtica dels grans incendis forestals. Xarxa ALINFO, DL. Solsona. pp. 118-123

PALOMARES CALDERÓN, M. 2003. *Curso sobre la interpretación de mapas meteorológicos*. Revista del Aficionado a la Meteorología. Disponible en <http://www.meteored.com/ram/1049/curso-sobre-la-interpretacin-de-mapas-meteorolgicos-i/>

PAUSAS, J.G. 2004. *La recurrencia de incendios en el Monte Mediterráneo*. Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM). pp 47-64

PAUSAS, J.G.; VALLEJO, R. 2008. *Bases ecológicas para convivir con los incendios forestales en la Región Mediterránea: decálogo*. Revista Ecosistemas nº 17. pp 128-129. Disponible en <http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=536>

PEÑA, J.L.; PELLICER, F.; JULIÁN, A.; CHUECA, J.; ECHEVERRÍA, M.T.; LOZANO, M.V.; SÁNCHEZ, M. 2002. *Mapa Geomorfológico de Aragón*. Publicaciones del Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón. Serie investigación. Zaragoza. pp 25-31

PEJENAUTE GOÑI, J.M.; *La ola de calor de agosto de 2003 en Navarra*. 2004. En El clima entre mar y montaña: Aportaciones presentadas al IV Congreso de la Asociación Española de Climatología. Santander. pp. 105-114

PERALES BAÑÓN, R. 2004. *Aplicación de escenas Landsat ETM+ para la evaluación de áreas incendiadas y elaboración de un mapa de prioridad de actuación forestal*. PFC. ETSEA, Universidad de Lleida.

PEREZ CABELLO, F. 2002. *Paisajes forestales y fuego en el Prepirineo Occidental Oscense. Un modelo regional de reconstrucción ambiental*. Publicaciones del Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón. Serie investigación. Zaragoza. pp 39-160

- PEREZ CABELLO, F. 1999. *La incidencia de los incendios forestales en el Prepirineo Occidental Oscense (1985-1994)*. Revista Geographica n° 37. Disponible en <http://dialnet.unirioja.es/servlet/extaut?codigo=58549>
- PYNE, S.J. *Fuego sobre la Tierra. Introducción a su historia*. pp . En Incendios Históricos. Una aproximación multidisciplinar (coord. Araque, E.) Universidad internacional de Andalucía
- PYNE, S.J. 1984. *Introduction to wildland fire : fire management in the United States*. Wiley-Interscience. 455 pp.
- RASILLA ÁLVAREZ, D.F. 1990. *Aplicación de un método de clasificación sinóptica a la Península Ibérica*. Edición digital a partir de *Investigaciones Geográficas*, n° 8, pp. 27-45. Disponible en <http://www.cervantesvirtual.com/FichaObra.html?Ref=17415>
- SAS Institute Inc. 2008. *JMP® 8 Introductory Guide*. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA
- SCHOREDER, M.J.; BUCK, C.C. 1970. *Fire weather. A guide for application of meteorological information to forest fire control operations*. United States Department of Agriculture. Washington. 229 pp.
- SOBREVIÀ BERGUA, F. 2005. *Plan de gestión de grandes incendios forestales en las montañas de Prades (Tarragona)*. Proyecto fin de carrera (PFC). Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària (ETSEA), Universidad de Lleida
- YAGÜE, C.; MARTIJA, M.; TORRES, J.; MALDONADO, A.I.; ZURITA, E. *Análisis estadístico de las olas de calor y frío en España*. Asociación Meteorológica Española. Disponible en [www.ame-web.org/.../C7-trabajo%20Yague%20et%20al.pdf](http://www.ame-web.org/.../C7-trabajo%20Yague%20et%20al.pdf)
- VICENTE SERRANO, S.M. 2005. *Las sequías climáticas en el Valle Medio del Ebro: factores atmosféricos, evolución temporal y variabilidad espacial*. Publicaciones del Consejo de Protección de la Naturaleza. Serie Investigación. Zaragoza. pp.123-169.
- VÉLEZ MUÑOZ, R. 1999. *El período 1848-1947 en la defensa contra incendios forestales en España*. pp 13-37. En Incendios Históricos. Una aproximación multidisciplinar (coord. Araque, E.) Universidad internacional de Andalucía.

## **8. ANEXOS**

## ANEXO 1. Estructura de la Base de datos de incendios históricos de Aragón

## I. Datos generales del Parte de Incendio

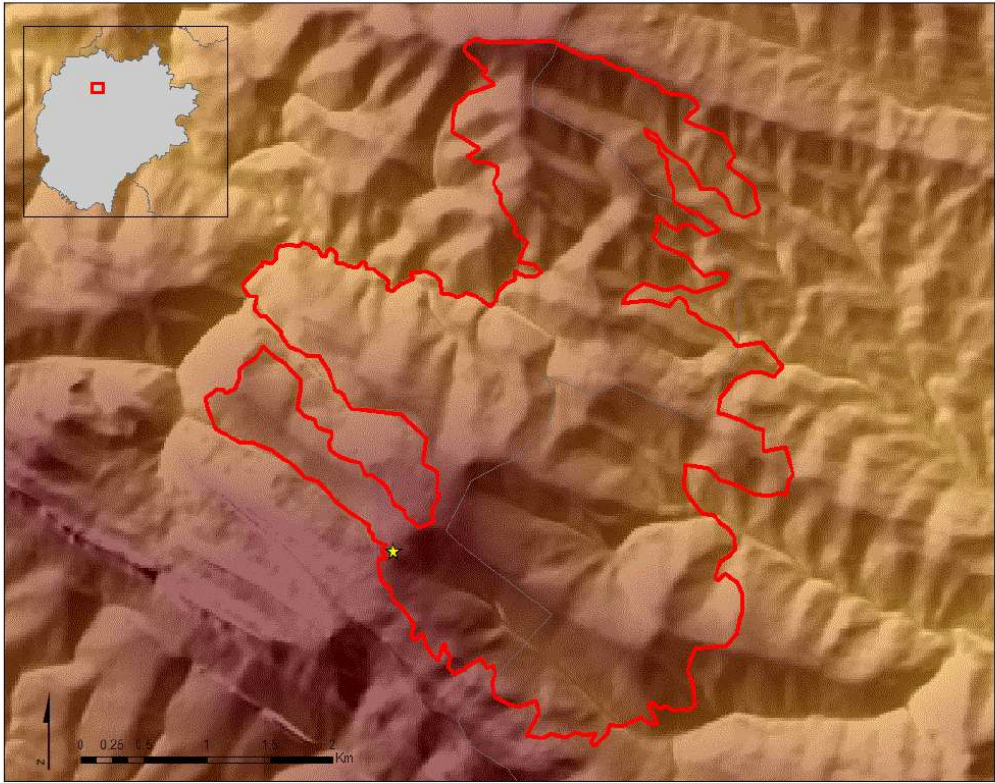
DATOS GENERALES DEL INCENDIO				Longás_05_08_1975	
<b>1 - LOCALIZACIÓN</b>		AÑO	1975	CODIGO EGIFW	1975502720
PROVINCIA	Zaragoza	HOJA	7-3	CUADRÍCUL	D-10
MUNICIPI	Longás	X	671858	Y	4701889
ENTIDAD MENO					
PARAJE INICIO	Puy de Pano	PARAJE EXTINCIÓ	Cerro Montañano		
				Salasfuentes Z-1001, Z-3167 Alto Z-3167 Sierra de Santo Domingo Nofuentes HU 1045 Pard Montañano Pard Javarraz HU1158	
<b>2 - TIEMPOS</b>					
	dd/mm/aa	hh/mm			
INICIO	05/08/1975	8:00:00	Nº DE PROPAGACIONES		
CONTROL			HORAS DE PROPAGACIÓN	127	
EXTINCIÓN	10/08/1975	15:00:00			
<b>3 - CAUSA</b>					
CAUSA	RAYO				
<b>4 - FACTORES ESTRUCTURALES</b>					
TIPO DE FUEG	DE SUPERFICIE Y COPAS				
VEGETACIÓ	MATORRALES Y BOSQUES				
ALTITUD MEDIA	1015				
<b>5 - SUPERFICIE</b>					
SUP TOTAL (Parte Incendio)	1475	ha	SUP FOREST ARB		ha
			SUP FOREST NO ARB		ha
<b>6 - ACTUACIÓN</b>					
Nº DE TRABAJADORES	500	MAQUINARIA	7	Nº DE MEDIOS AÉREOS	3
<b>7 - OBSERVACIONES</b>					
Humedad Relativa: 49% Días sin llover: 38 Índice de peligro: 19					

## II. Cartografía de incendios históricos

**CARTOGRAFÍA DE ÁREAS QUEMADAS** Longás\_05\_08\_1975

1 - PERÍMETRO

FACTOR DE PROPAGACIÓN PRINCIPAL  TIPOLOGÍA



PERÍMETRO

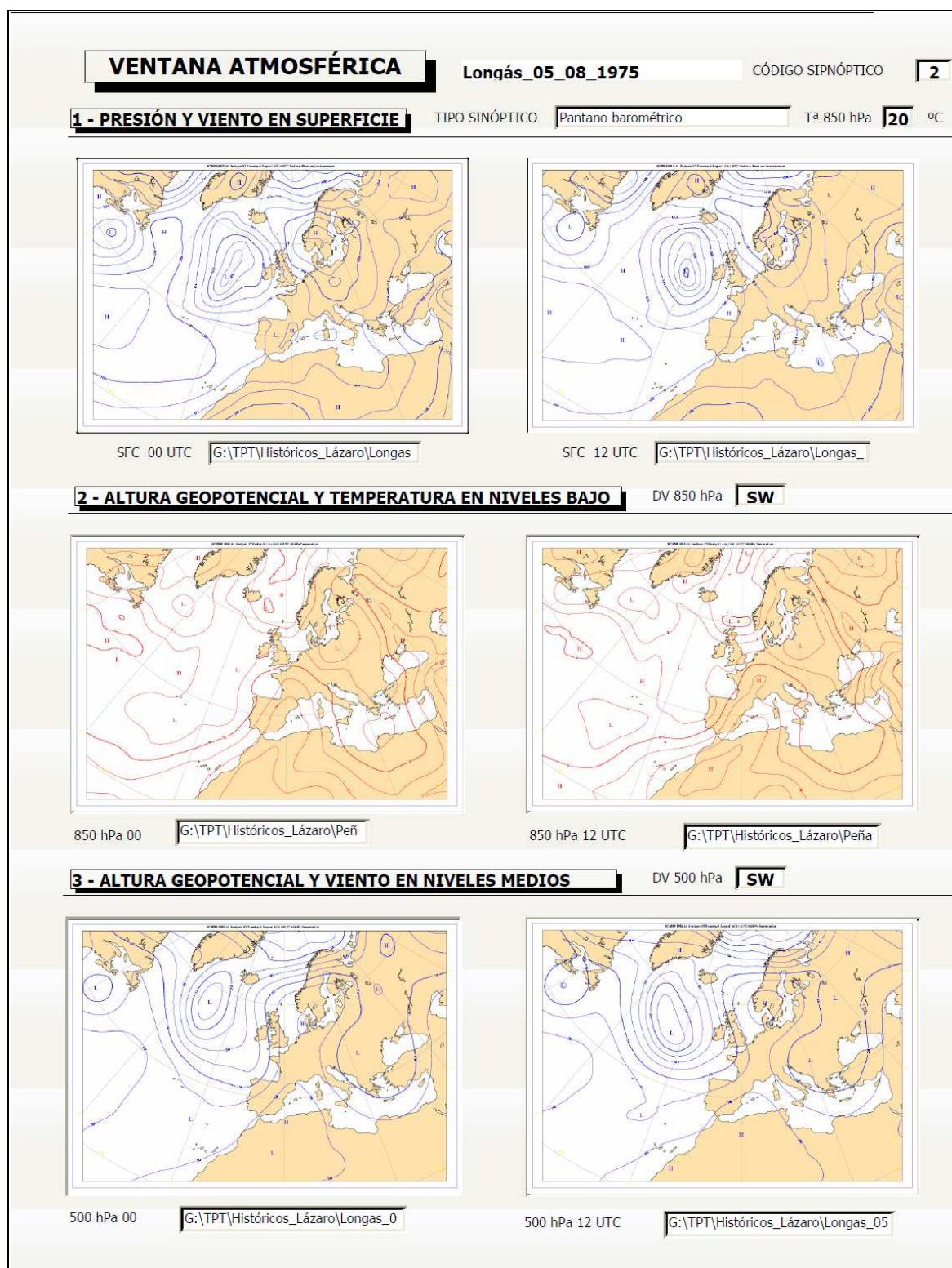
Sup. perimetrada  ha Dir. propagación

Longitud del perímetro  m Coeficiente de forma

Método empleado  Fuente

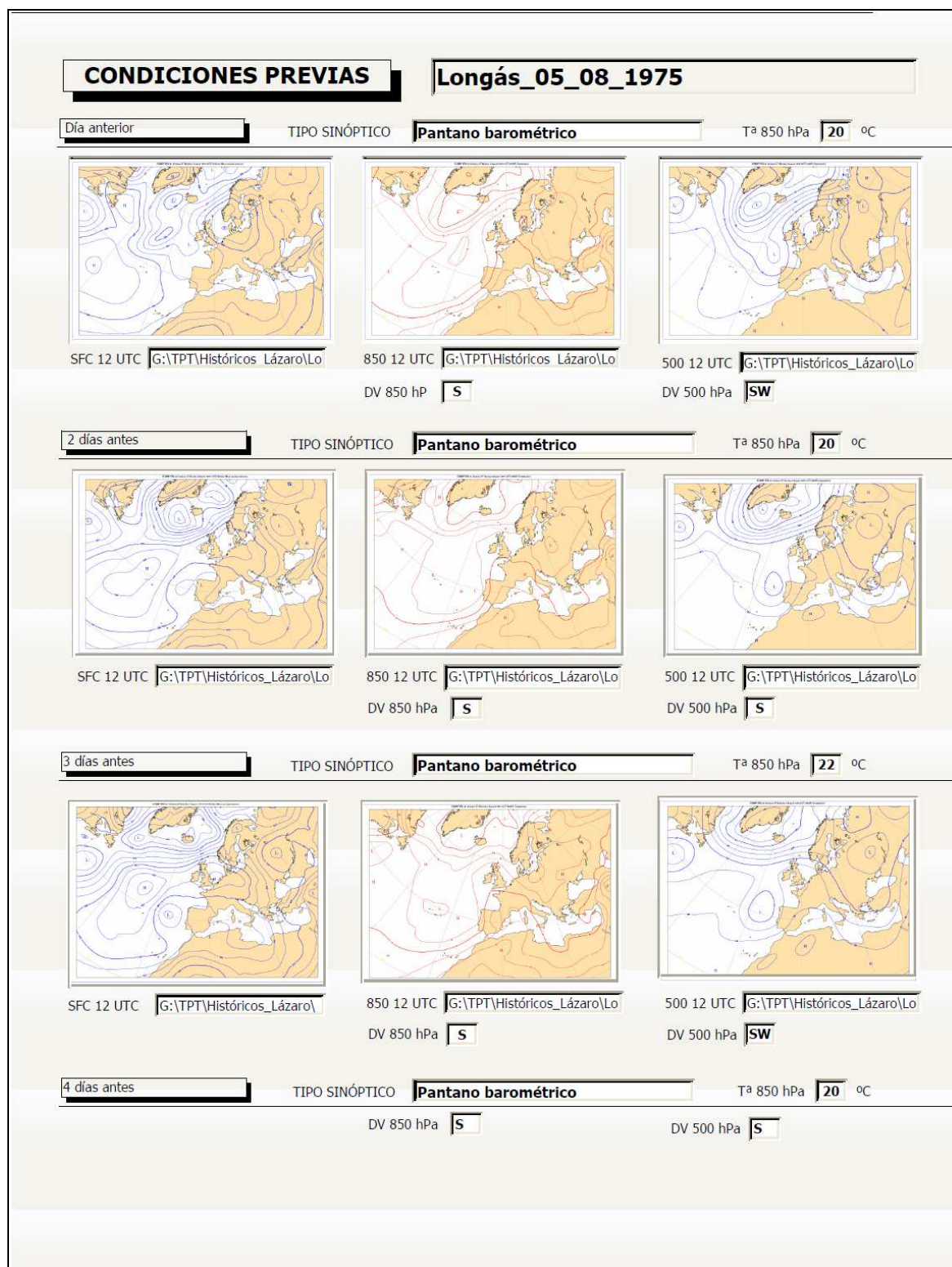
Descripción

### III. Ventana Atmosférica. Situación atmosférica del día de inicio





#### IV. Condiciones previas. Situación atmosférica de los tres días previos




## V. Estudio climático

ESTUDIO CLIMÁTICO		Longás_05_08_1975	
1- TEMPERATURA		ESTACIÓN BIEL	
Tª máx. día inicio	29 °C	Tª mín. día inicio	15 °C
Tª máx. día previo	33 °C	Tª mín. día previo	16 °C
Tª media máx.	33 °C	Tª mín. máx.	15 °C
2- PRECIPITACIÓN		ESTACIÓN BIEL	
Días sin lluvia	1		
Prec. acumulada día previo	30	mm	
Prec. acumulada durante el incendio	6	mm	
3- HUMEDAD RELATIVA		ESTACIÓN HUESCA MONFLORI	
HR mínima día de inici	22	%	
HR a las 07 horas (UTC)	56	%	
HR media mínim	28	%	
4- VIENTO		ESTACIÓN HUESCA MONFLORI	
Velocidad viento	14	Km/h	
Dirección viento	02	°	
Cambio de viento	<input checked="" type="checkbox"/>		



## ANEXO 2. Evolución de la información contenida en los partes de incendios a lo largo de las cuatro décadas de estudio

### I. Parte de Incendio año 1967

	<p style="font-size: small; margin: 0;">MINISTERIO DE AGRICULTURA DIRECCION GENERAL DE MONTES, CAZA Y PESCA FLUVIAL SUBDIRECCION DE MONTES Y POLITICA FORESTAL</p> <p style="font-size: large; font-weight: bold; margin: 10px 0;">DISTRITO FORESTAL DE HUESCA</p> <p style="font-size: small; margin: 0;">GENERAL LASHERAS, s/n - TELEFONO 1203</p>	
<p style="font-size: x-small; margin: 0;">su ref. ASUNTO:</p>	<p style="font-size: x-small; margin: 0;">su escrito</p>	<p style="font-size: x-small; margin: 0;">n. ref.</p>
<p style="margin: 0;">INFORME SOBRE EL INCENDIO OCURRIDO EN EL MONTE DE ANIES EL DIA 19 DE AGOSTO DE 1.967.-</p> <p style="margin: 10px 0;">El Sábado día 19 de Agosto de 1.967, a las cuatro y media de la tarde, el Ingeniero que suscribe en compañía del Ayudante D. Ignacio Tornil nos dirigiamos al monte de Agüero con objeto de inspeccionar unas obras. Al llegar a la altura de Esquedas observamos un incendio en la sierra, encima de Bolea, por lo que nos trasladamos a este pueblo, encontrando primero a un concejal del Ayuntamiento que nos dijo estaba enviando hombres al monte para la extinción del fuego ya que el Sr. Alcalde había salido de viaje. Fuimos al Cuartel de la Guardia Civil, donde el número estaba de guardia nos dijo que estaba solo pues el resto se habían trasladado al monte y que ya habían dado cuenta a sus superiores de Huesca. Desde allí mismo intentamos comunicarnos con las Oficinas del Distrito Forestal, como no respondía la Central de Bolea fuimos a poner la conferencia directamente a la Central, logrando hablar con el Distrito, tras vencer algunas dificultades de conexión con Esquedas, advirtiendo la existencia del incendio y quedando el dar la novedad más tarde.</p> <p style="margin: 10px 0;">Desde Bolea y en vista de que el fuego tomaba incremento por la parte alta, en dirección hacia la pista del P. F. E., recogimos en Loarre los extintores depositados para la zona y subimos hasta un lugar conocido como las tres "Huegas", llenando de agua los extintores en lugar denominado "La Paúl".</p> <p style="margin: 10px 0;">A las nueve de la noche quedó prácticamente extinguido el fuego en la parte alta, y en vista de que por la parte baja el fuego iba a más, dejamos arriba un retén de extintores y nos trasladamos a Bolea. Al llegar al pueblo el Sr. Alcalde que había regresado ya, había enviado alimentos a los vecinos que participaban en la extinción, nos proporcionó más hombres, y mientras se organizaba el equipo, el Sr. Ayudante se fué a Huesca a buscar más extintores al Distrito Forestal. Con este material y el resto de los vecinos que se recogieron se extinguió el incendio en las proximidades del pueblo de Aniés hacia las seis de la mañana del Domingo.</p> <p style="margin: 10px 0;">Quedaron en el monte los guardas forestales del Patrimonio y del Distrito a quienes les corresponde la vigilancia de este monte con algunos hombres de Aniés y Bolea por si se reproducía el fuego.</p> <p style="margin: 10px 0;">Hechas las primeras averiguaciones podemos asegurar con bastante certeza que el fuego comenzó en el lugar "Las Articas" de Bolea, probablemente al quemar las hierbas de un ribazo en una finca, entre las diez y las once de la mañana, no siendo el fuego visible desde Bolea hasta las doce, hora en que se dió la alarma.</p>		

(Núm. U. N. E. 1.011 - A 4)



MINISTERIO DE AGRICULTURA  
DIRECCION GENERAL DE MONTES, CAZA Y PESCA FLUVIAL  
SUBDIRECCION DE MONTES Y POLITICA FORESTAL

## DISTRITO FORESTAL DE HUESCA

GENERAL LASHERAS, s/n - TELEFONO 1203

su ref.

su escrito

n. ref.

ASUNTO:

La primera noticia del fuego en el Distrito Forestal fué nuestra llamada telefónica desde Bolea a las cinco y media de la tarde.

Participaron en la extinción vecinos de Aniés y Bolea, los guardas del Patrimonio Forestal y por la noche - el Guarda del Distrito Forestal que vino de Agüero donde se hallaba prestando servicio. No pudimos precisar cuantos guardias civiles asistieron pues no estaban en las zonas que recorrimos.

El fuego destruyó unas cien hectáreas de repoblado y otras tantas de encinar y monte bajo.

Se pudo combatir el fuego gracias a la pista que recorre el monte por la parte alta lo que permitió un rápido acceso y suministro de agua para los extintores.

El comportamiento de los vecinos fué normal, ofreciendo resistencia en algunos casos y trabajando duramente en otros.

Es cuanto tengo el honor de informar a V.S. cuya vida guarde Dios muchos años.

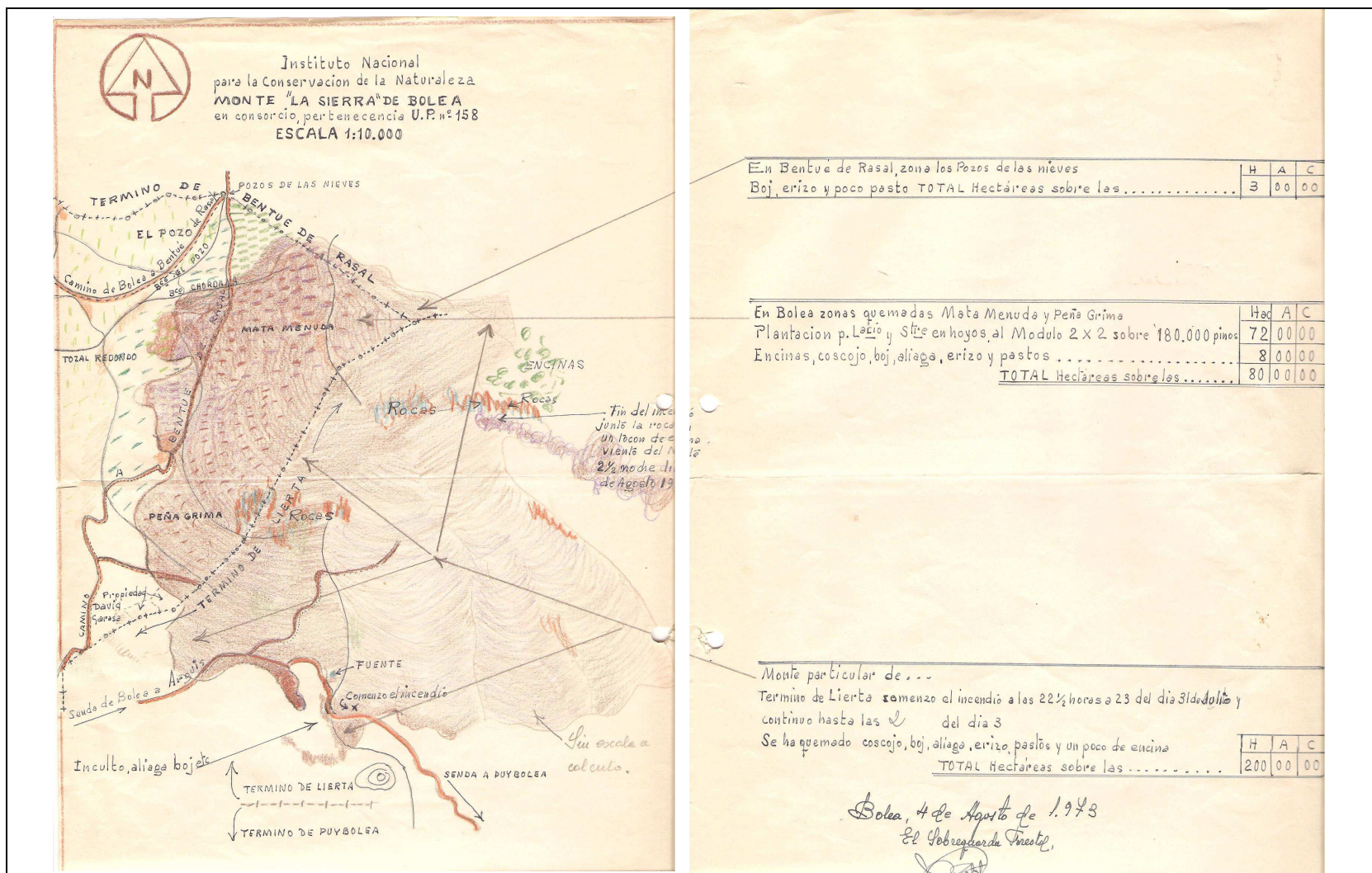
Huesca, 5 de Septiembre de 1.967  
EL INGENIERO



Sr. Ingeniero Jefe de éste Distrito Forestal.-



## II. Croquis de incendio forestal en el año 1973



## III. Resumen anual de incendios forestales en 1975

DATOS DE LOS INCENDIOS PRODUCIDOS EN EL AÑO 1.975					
H U E S C A					
LUGAR	MUNICIPIO	Nº	PERDIDAS EN		DURACION HORAS
			HECTAREAS	PESETAS	
Sierra de Valles	Loporzano	-	8	3.000,-	4
Oroel	Jaca	266	200.m2	-	3
Sierra Guara	Panzano	3246	75	10.000,-	9
Pardina S,Salvador	Aisa	-	600.m2	3.000,-	4
Campo Royo	Barcabo	-	13	5.000,-	49
Plantillo 1º	Aren	-	40.m2	-	1
Las Fenisas	Aren	3059	2	65.000,-	2
Peña Roya	Benasque	-	3500.m2	7.200,-	9
Buyan	Jaca	-	5000.m2	6.200,-	7
La Magdalena	Berdun	217	6	4.400,-	3
La Garoneta y Omiste	Las Peñas de Riglos	-	750	40.000,-	94
Peña Oroel	Jaca	266	1	-	12
Canal de Monegros	Almudevar	-	600.m2	15.000,-	1
La Sierra	Bentue de Rasal	157	1	-	3
Presin de Latre	Caldearenas	274	4	-	8
Pardina San Juan y Tuertas	Boltaña	-	90	389.000,-	168
Vallivierna	Benasque	30	3000.m2	9.000,-	9
Sierra Gabas	Valle de Hecho	258	10	385.875,-	73
Nofuentes	Las Peñas de Riglos	1045	476	32.887.000,-	92
Punta Jabarraz	Ena	-	40	1.183,-	72
Pardina Montañano	Bailo	-	340	7.460,-	56
Paulellas	Javierregay	-	6	5.290,-	1
Sieso	Caldearenas	1137	2	40.000,-	7
Valcarreta	Peñalba	151	5000.m2	1.000,-	1
La Selva	Broto	119	4,5	2.000,-	10
Valcarreta	Peñalba	151	5000.m2	7.000,-	2
Ribera del Cinca	Alcolea de Cinca	1060	2	2.000,-	1
		27	1.756'83	33.895.608	701
I.N.S.P.		27	1.703	-	-



## IV. Parte de Incendio Forestal del año 1985

Instituto Nacional para la  
Conservación de la Naturaleza

SERVICIO PROVINCIAL DE HUESCA

**PARTE DE INCENDIO**

Ocurrido el día 24 de Agosto de 19 85 en el monte Amranigo n.º  
propiedad Vecinos de Arsanigo del término municipal de Caldenhuar  
Superficie incendiada =460= Has. Sitio del incendio:

línea férrea a la Selva Límites de la superficie incendiada.  
N. línea férrea S. Splaua de Saveneta Ovieste, Rasal  
E. Santa Quiteria O. El mismo monte de Arsanigo

Distancia de la superficie incendiada al lugar de residencia del Guarda encargado de la vigilancia del monte  
a 30 Kms. y a        horas de camino por (1)

Lugar donde se encontraba y servicio que desempeñaba el Guarda encargado de su vigilancia cuando se  
produjo o tuvo conocimiento del incendio: Es el Guarda que está a cargo del URD.  
El 1º que se personó en el incendio, el Agente F. Jefe de guardia.

Causas del incendio (interesa poner cualquier sospecha) Se desconoce como se produjo.

Comenzó el incendio a las 16 horas del día 24 en el sitio denominado Horca de la Selva  
junto a camino de tránsito rodado ☐ vía férrea ☐ senda ☐ instalaciones industriales ☐  
casas o refugios ☐ lugares de gran afluencia de excursionistas ☐ otros lugares en el monte ☐  
y se extinguió a las        horas del día        en el lugar llamado       

- 1.—La primera noticia del incendio la proporcionó: Guardería Forestal ☒ Vigilante de Incendios ☐  
Guardia Civil ☐ Otros ☐  
2.—Si el monte es particular, distancia en metros Quatro mil que hay desde donde se produjo el incendio  
al monte Forestal más próximo denominado Santa Quiteria Núm. NV-1176  
3.—Autor(es) causante(s) del incendio        vecindad

originó el incendio cuando se dedicaba a       

- 4.—Tiempo transcurrido desde que se tuvo conocimiento del incendio hasta que se inició el ataque directo al  
fuego: 2 horas.

- 5.—Número aproximado de hombres que han intervenido en la extinción:

Fuerzas del Ejército	<u>160</u>
Fuerzas de la Guardia Civil	<u>4</u>
Personal Civil	<u>6</u>
Bomberos profesionales	<u>      </u>
Obreros en trabajos a cargo de la Administración Forestal	<u>11</u>
Guardas Forestales	<u>      </u>

Total        hombres

- 6.—La dirección técnica estuvo a cargo de: Ingeniero de montes ☒ Ayudante de Montes ☒ Guarda Forestal ☐

- 7.—El tipo de fuego fue: de copas ☒ ; de matorral o de suelo ☒ ; de subsuelo ☐.

- 8.—Medios utilizados en la extinción (especificar la cantidad):

Núm. Tractores 2 Núm. Vehículos motobomba 2 Núm. Algibes        Núm. Aviones 2 Núm.  
Motobombas portátiles        Núm. Motosierras        Núm. Extintores mochila 20 Núm. Desbroza-  
doras        Núm. Herramientas manuales 300 Núm. Antorchas o lanzallamas       

- 9.—Temperatura máxima del día 24 Velocidad del viento 60 km/h. Días desde la última lluvia 40

El total de gastos de extinción sumará aproximadamente unas.....Pesetas.

Productos que constituyen los restos aprovechables entre los quemados y consumidos.

### Monte alto: Maderas y Leñas

[illegible]

Productos que habiendo sido atacados por el fuego pueden seguir vegetando con perjuicio en su desarrollo.

### Monte alto: Maderas y Leñas

[illegible]

Diligencias realizadas en averiguaciones de los autores y causas del Incendio (4) *Gracias, pero se desconoce el motivo. El incendio empezó en medio de la Pecera a mas de 3/4 de la Estacion del Ferrocarril y del Pueblo de Auraniga. No hay camino y los accesos peligrosos*

### 11.—Dificultades encontradas en la extinción:

12.—Observaciones y sugerencias:

Monte de Utilidad Pública Núm.....

Monte del Estado n.º ..... del Elenco . . . . .

Monte consorciado n.º ..... del Elenco . . .

Montes de Particulares . . . . .

SUMAS

HECTAREAS QUEMADAS			
Arboladas	ESPECIE	Desarboladas	ESPECIE
20 H	Pino	440	aliaga shien

Superficie quemada total 460 Has.

Del total de lo quemado, indique superficie afectada con madera de aprovechamiento comercial Has. 20

Lo que tengo el honor de participar a V. S. para su superior conocimiento.

Dios guarde a V. S. muchos años.

a 31 de Agosto de 1985

EL Guaracha


Conococci telomera  
en Cereals 10-10-85.  
Particular  
20Hes pins.  
resto material

- 20H/200V/HA x 80.000  
1.600.000



## V. Informe de Atestados por incendio forestal de la Guardia Civil

*Incendio Forestal*

 <p><b>DIRECCION GENERAL DE LA GUARDIA CIVIL.</b></p>	<p><b>422ª COMANDANCIA.-</b>  <b>PUESTO DE SANTA MARIA.-</b>  <b>42204103.-</b></p>
--	---

*No ha antes*

S/Ref.a      Núm.      Fecha      N/Ref.a      Núm.

JEF.      87

**ASUNTO: Cuenta de haberse instruido un Atestado por incendio forestal.-**

ILMO. SEÑOR:

A las 16 h. del día 30 del anterior, se tuvo conocimiento en esta Casa-Guartel, de que el monte denominado "CORONAZO", término municipal de Las Peñas de Riglos (Huesca), se había producido un incendio, por lo que el Cabo 1º que suscribe D. JOSE ESCUDERO FERNANDEZ (28.406.225), acompañado del Guardia 2º JOSE PRADES FABREGAT (18.934.928), nos trasladamos al lugar del hecho, comprobando ser cierto, por lo que junto a personal de ICONA y voluntarios de las localidades de Salinas de Jaca y Villalangua, se procedió a su extinción, cosa que ocurrió a las 13'30 del día 31 del anterior.

El incendio se produjo sobre las 1545 h. del día 30 del anterior, y los motivos pudieron ser tanto intencionados, como mas bien casual, ya que de la inspección ocular realizada en el lugar de inicio del incendio, se halla un tendido eléctrico de la empresa Eléctricas Reunidas de Zaragoza trifásico de 10.000 voltios que suministra luz a las localidades de Longas y Villalangua, y los cables estaban en contacto con las ramas de los pinos, las cuales se hallaban quemadas; así mismo en un poste, siempre dentro de la zona de inicio, y en su base se hallaba un aislador conductor de alta tensión de cristal roto, y por la huella que deja al levantarlo, hace suponer que estaba en esa situación de mucho tiempo atrás, pudiendo actuar como lupa por el sol. Así mismo se encontró una lata de conservas totalmente quemada y una lata de aceite de 5 litros vacía y por su interior con residuos de aceite y por su exterior quemada casi totalmente. Otro dato con interés que existe en la zona del inicio es que pasa una senda que va desde el camino forestal a la Pardina "Chaz", hasta la citada Pardina, pero campo a través y pudiera ser, cosa improbable, que pasara alguna(s) personas por allí y de un modo negligente o intencionado incendiara(n) el monte.

Ante la hipótesis de que pudiera ser intencionado, a causa de unos rumores que había en la localidad de Villalangua, de que pudiera haber sido el pirómano, D. JOSE VIVES LABARTA, se tomó manifestación del citado individuo, por si resultasen hechos o indicios que pudieran esclarecer tales rumores, que mas bien pudieran ser debidos a que el citado señor es una persona que lleva una vida un tanto aislada y no muy lúcida.

Requerido, resulta ser como queda dicho, con D.N.I. nº 18.152.547, nacido en Salinas de Jaca (Huesca), el 14-11-33, hijo de Simón y de Rosario soltero, empleado, con domicilio en Villalangua (Huesca), C/Unica, sn.; el cual manifiesta que el día 30 del anterior, se levantó sobre las 10'30 h., y fué a comprar a la tienda-bar de la localidad, denominado "Petra", tomándose una cerveza y se quedó en el citado bar hasta las 12, marchándose a su casa en la cual hizo la limpieza y comió y se acostó la

ENTRADA Nº 2764  
Fecha 3/10/1983



sobre las 14'30 h., momento que su hermanastro, el cual vive con él, D. Romualdo Colomer Bruno, fué a su casa enfermo, acostándose, por tal motivo llamó al médico titular de Caldearenas sobre las 15 h. y desde ese momento estuvo en la calle hasta las 16 h. Igualmente, manifestó que estuvo toda la mañana con un tal D. Félix Puente Palacios hasta las 13'30 h.

De las gestiones practicadas por el Cabo le que suscribe para comprobar las alegaciones del individuo antes citado, resultan no ser ciertas, ya que la propietaria del bar "Petra" dice que lo vió sobre las 8'45 h. de la mañana y no lo volvió a ver hasta las 16 h., que llamó al médico. Igualmente el citado sr. Puente, dice no estuvo con él toda la mañana, solo lo vió sobre las 10 h., volviéndolo a ver en el incendio. Y el médico titular de Caldearenas dice que lo llamaron de Villalangua sobre las 16'30 h.

Así mismo se tomó manifestación de tres de los seis individuos que estaban acampados en el Campamento Ferrera, ya que fueron ellos los que dieron el aviso de haberse producido el incendio, manifestando, todos ellos, que vieron como salía humo en una zona del monte continuo, y tras dar el aviso al forestal de ICONA que reside en la localidad de Villalangua, colaboraron con la extinción. Solo existe un detalle, que todos coinciden, en que sobre las catorce h., sorprendieron a un chico y a una chica duchándose en el citado Campamento, no recordando ninguno como eran, características, ni habían hablado con ellos. Realizadas las gestiones para ver e identificar a los citados chicos, da resultado negativo.

La valoración de los daños, realizada por personal de ICONA, es la siguiente: El monte afectado denominado "CORONAZO" nº 298 bis es de utilidad pública, habiéndose sido pasto de las llamas unas 500 Has. arboladas de pinos maderables, 40 Has. desarboladas y un corral; repartidos entre los siguientes propietarios y términos municipales: Jesús Labarta Cardesa, residente en Zaragoza; Vicente Bastarós Ara, residente en Salinas de Jaca (Huesca) y Felipe Castán Morlans, residente en Villalangua (Huesca), afectándoles unas 300 has. y comprendida en el término municipal de Las Peñas de Riglos; María Luisa Goarasa Pérez, residente en Zaragoza, afectándole unas 200 Has. y Lázaro Estañ Orduna, residente en Biniés (Huesca), unas 40 Has., comprendido estos dos últimos en el término municipal de Bailo. El corral afectado es propiedad de Vicente Bastarós.

Las diligencias practicadas fueron entregadas al Ilmo. Sra. Juez de Instrucción de Jaca, como así mismo la lata de aceite y el aislador conductor de tensión, encontrados en la zona de inicio del incendio.

La valoración total del monte quemado, es de unos 15.000.000 de ptas.

Lo que se participa a la respetada y superior Autoridad de V., para su conocimiento

Dios guarde a V. I., muchos años  
Santa María, 1º de Agosto de 1.983  
El Cabo 1º COMANDANTE DE PUESTO.

Ilmo. José Escudero Fernández.

ILMO. SR. INGENIERO JEFE DEL SERVICIO FORESTAL DE I.C.O.N.A.

HUESCA.



## VI. Resumen anual de incendios forestales en 1988

D.G.A. (CONSERVACION DEL MEDIO NATURAL)								INCENDIOS PRODUCIDOS EN 1.988										Provincia HUESCA									
Nº DE ORDEN	MUNICIPIO	MONTE Nº	PROPIEDAD	NOMBRE DEL MONTE	SUPERFICIE QUEMADA (HAS.)	VALOR PTAS. (MILES)	GASTOS EXTINCION PTAS.(MILES)	IP	Nº	FECHA INICIACION		FECHA EXTINCION		DURACION	DIA SEMANAL			CAUSAS del INCENDIO	HAS. QUEMADAS						MAPA E=1: 200.000	MULTA	
										MES	HORA	DIA	MES		HORA	Lunes	Martes		Miércoles	Jueves	Viernes	Arbolados (1)	ESPECIE	CON VINOS COMERCIALES			DESAR-BOLADOS (2)
1	SABINANIGO	-	PARTICULAR	LASIESO	1	5		2		2	26	2			X			H.	-	-	-	1	1	8-3	B-2		
2	ORILLENNA	-	PART. (IRYDA)	ABELLANOS	1'5	323				3	15	1	3	22	7	X		H.	1'5	Pino L.yC	-	-	-	1'5	8-4	B-2	
3	SARINENA	-	PART. (IRYDA)	SARDA	3	614		1		3	14	10	3	24	10	X		D.	3	P.Laricio	-	-	-	3	8-4	E-9	
4	ENA	-	PARTICULAR	FRONTERAS	1	5				3	14	10	3	24	10	X		Qr.	-	-	-	1	1	8-3	H-7		
5	FISCAL	HU-1167	ESTADO	CAMPOL	0'3	34				3	19	8	3	20	1	X		D.	0'3	Pino	-	-	-	0'3	8-3	C-4	
6	GURREA GALLEG0	-	PARTICULAR	HUERTA BAJA	0'7	91		1		3	16	11	3	18	2	X		Qr.	0'7	Chopo	-	-	-	0'7	7-3	H-2	
7	BIESCAS	231	U.PUBLICA	- - - - -	1	5		1		3	13	13	3	18	5		X	Qr.	-	-	-	1	1	8-3	A-2		
8	GRAUS	-	PARTICULAR	- - - - -	1'3	50		2		3	13	23	3	16	3	X		Qr.	1'3	Chopo/pino	-	-	-	1'3	8-3	E-9	
9	BISAURRI	42	U.PUBLICA	LA MOSQUERA	10	2.100	219	2		3	13	24	3	15	26	X		H.	6	Pino/Encina	-	4	10	8-3	C-10		
10	HOZ Y COSTEAN	-	PARTICULAR	PLANOSTADA	6	13		2		3	13	27	3	18	5		X	D.	1	Encina	-	5	6	8-3	G-7		
11	BOLTARA	-	PARTICULAR	CAPRAMONTE	2'6	12		1		4	9	15	4	22	37	X		Qr.	-	-	-	2'6	2'6	8-3	C-6		
12	BROTO	95	U.PUBLICA	YOSA	0'04	1		2		4	14	28	4	17	3	X		D.	-	-	-	0'4	0'4	8-3	A-4		
13	VILLANUA	316	U.PUBLICA	ORBIL	1	53	25	1		5	7	16	16	7	20	4		X	D.	1	P.Laricio	-	-	1	7-3	A-11	
14	LASCUARRE	-	PARTICULAR	LA RIVERA	1'5	8		2		5	7	19	23	7	23	4		X	Mq.	-	-	-	1'5	1'5	7-2	H-11	
15	SANTA EULALIA	HU-1149	ESTADO	SIERRA VALLES	2'5	12				5	8	14	2	8	19	5	X		D.	-	-	-	2'5	2'5	8-3	G-10	
16	NAVAL	-	PARTICULAR	MIPANAS	0'1	21				5	8	16	2	8	19	3	X		R.	0'1	P.Alphensis	-	-	0'1	8-3	F-7	
17	LA FUEVA	-	PARTICULAR	EL LENEM	8	1.020				5	8	14	5	8	21	31	X		D.	8	P.Carrasco	-	-	8	8-3	C-7	
18	BIERGE	-	PARTICULAR	LAS PARDINAS	2	10				5	8	17	7	8	20	3		X	D.	1'5	Enc./pino	-	0'5	2	8-3	E-1	
19	BIERGE	-	PARTICULAR	- - - - -	1	15				5	8	18	7	8	20	2		X	D.	-	-	-	1	1	8-3	F-6	
20	GUARA	HU-1180	ESTADO	FOCES DE GUARA	0'01	1		2		5	8	22	8	8	11	13		X	D.	-	-	-	0'05	0'05	8-3	G-3	
21	QUICENA	-	PARTICULAR	ARAGON	18	90		10		5	8	12	10	8	15	3		X	D.	-	-	-	18	18	8-3	G-2	
22	AZARA Y AZLOR	HU-3164	CONSORCIADO	PLANA/SARDA	55	2.110	242	1		5	8	10	15	8	18	8		X	Mq.	43	Pino/Enc.	-	12	55	8-3	G-5	
23	LASCELLAS	-	PARTICULAR	- - - - -	3	15		1		5	8	12	15	8	14	2		X	D.	-	-	-	3	3	8-3	G-5	
24	HUESCA	-	PARTICULAR	TOZAL GAROZ	6	30		2		5	8	16	20	8	20	4		X	Qp.	-	-	-	6	6	8-3	G-2	
25	FISCAL	-	PARTICULAR	VILLANUEVA	0'24	10		2		5	8	20	22	8	22	2	X		D.	-	-	-	0'24	0'24	8-3	C-4	
26	SARINENA	-	PART. (IRYDA)	SARINENA	9	320		24		5	8	14	25	8	12	22	X		D.	9	P.Carrasco	-	-	9	8-4	B-3	
27	ALBERO ALTO	-	PARTICULAR	Cº CORVINOS	22	100		3		5	8	11	31	8	17	6	X		Qr.	-	-	-	22	22	8-3	H-3	
28	BISCARRUES	-	PARTICULAR	BISCARRUES	2	25		4		5	9	16	4	9	21	5		X	Qr.	-	-	-	2	2	7-3	E-10	
29	EL GRADO	-	PARTICULAR	SIERRA S.ROQUE	50	2.166		4		5	9	15	4	9	20	5		X	D.	10	Pino	-	40	50	8-3	F-8	
30	NAVASA (JACA)	-	PARTICULAR	OROEL	3	618		1		5	9	17	12	9	8	15		X	D.	2'5	Pino	-	0'5	3	8-3	B-1	
31	BELLESTAR	-	PARTICULAR	CHAPARRAL	1'5	10		1		5	9	19	17	9	22	3		X	D.	-	-	-	1'5	1'5	8-3	G-2	
32	LASPUÑA	82-105	U.PUBLICA	PLETIL MANZANA	30	100	622	1		5	9	18	20	9	17	23	X		D.	-	-	-	15	15	8-3	C-7	
33	PUERTOLAS	-	PARTICULAR	PUERTOLAS	275	42.945		1		5	9	12	23	9	20	104	X		I	250	P.Laricio	-	25	275	8-3	C-7	
34	NUENO	-	PARTICULAR	BELSUE	12	1.042		2		5	9	14	23	9	19	53	X		I	5	P.Silvestre	-	7	12	8-3	E-2	
35	LIERTA	-	PARTICULAR	GRATAL	1'5	10		2		5	9	18	23	9	8	14	X		D.	-	-	-	1'5	1'5	8-3	E-1	
36	AYERBE	-	PARTICULAR	SAN MITIEL	10	50		1		5	10	13	7	10	20	7	X		D.	-	-	-	10	10	7-3	E-11	
37	BAILO	215	U.PUBLICA	MOSQUERA	7	360	16	2		5	10	14	22	10	20	6		X	Qr.	4	P.Laricio	-	3	7	7-3	C-10	
38	MONTANUY	-	PARTICULAR	EL ORAGO	2	5		16		5	12	14	16	12	18	4	X		D.	-	-	-	2	2	8-3	C-12	
39	BENASQUE	-	PARTICULAR	CERLER	3	10		18		5	12	18	18	12	21	3		X	D.	-	-	-	3	3	8-3	A-10	

Exp.: FISCAL - M.: MANOBRA MILITARE - MOC.: MANOBRA MILITARE - OC.: OTROS COMBUSTIBLES

Exp.: FISCAL - M.: MANOBRA MILITARE - MOC.: MANOBRA MILITARE - OC.: OTROS COMBUSTIBLES

For = Fuego - Viento = viento - L = Llave - V = Viento - F = Fuerza - C = Causa del incendio - M = Manobras militares - Mac = Maquinaria agricola y otras - Oc = Otras causas

## VII. Parte de incendio detallado en 1994

- *Terminos municipales.*

- *Origen.*

- *Temperaturas y humedad / 60-70 K<sub>a</sub> humedad.*

## EXPOSICION INCENDIO DE UNCASTILLO

## 1. SOBRE EL DESARROLLO DEL INCENDIO

Día 15 (Viernes)

23,30h. Aparece un incendio próximo al casco urbano (**Los Restaños**). Queda extinguido hacia las 0,30 horas.

Día 16 (Sabado)

0,00 h. Aparecen **numerosos incendios** por la zona I (Mianos, Sierra de Orba, Los Pintanos, Layana, Alera, Bañón, Collado de San Sebastian, Pericalvas, Collado de la Moza, Petilla de Aragón ...) debidos a una tormenta seca. (*Ariza*)

Se **movilizan la totalidad** de las cuadrillas de retén de la zona I.

Se van controlando los distintos fuegos excepto el de el paraje denominado **Collado de la Moza** (Uncastillo).

3,45 h. Los agentes forestales informan de la aparición de un nuevo incendio en la **Gabardilla** (Uncastillo).

4,45 h. Sale el Técnico de Guardia hacia el incendio de Uncastillo.

5,00 h. Se desplaza un **oruga** desde el incendio de Ariza( comenzó a las 20,10 h. y se apagó a las 23,30 del día 15)).

5,30 h. Las condiciones de viento son muy variables, vientos racheados predominando la componente Este. El frente de fuego penetra en **Petilla de Aragón** (Navarra) por el paraje "El Viso".

6,30 h. Comienzan a actuar las "Dromader" de Tafalla (Medios aéreos del ICONA).

Se incorpora una cuadrilla de tratamientos selvícolas de Tragsa a la zona de "El Viso".

9,00 h. Se coordina con Navarra la distribución de medios aéreos. Actúan **3 hidroaviones, 2 dromader, 1 helicóptero del Gobierno de Navarra y 1 helicóptero de la D.G.A.**

A lo largo de la mañana el fuerte viento reinante y los continuos cambios de dirección impiden el control de los frentes de fuego.

**10,30 h.** El técnico de extinción realiza un **vuelo de reconocimiento** y observa un frente único en la zona de "el Viso-Las Neveras-Petilla" y numerosos focos de diferente intensidad por la zona Oeste, en el Término Municipal de Sos del Rey Católico y en Los Baztanés (Navarra), sin posibilidad de atender a la totalidad de los mismos, intentando controlarlos con las "dromader" y el helicóptero de la D.G.A. El **foco de Corfayanas no había vuelto a salir en ese momento.**

En el transcurso del día se van incorporando diferentes



## VIII. Parte de Incendio Forestal año 1995



DIPUTACIÓN GENERAL DE ARAGÓN  
DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y MONTES  
SERVICIO PROVINCIAL  
Sección de Conservación del Medio Natural  
ZARAGOZA

## PARTE DE INCENDIO FORESTAL

1. NOMBRE DEL MONTE: MONTE ALTO, VALLONÉS, LA GAZAPERUELA, LA CUENCA
2. TERMINO MUNICIPAL: ZUERA
3. DATOS DEL MONTE
- Monte n.º del Catálogo de U.P. n.º 264, 267, 263, 261
  - Monte de la D.G.A. n.º del Elenco
  - Monte consorciado n.º del Elenco
  - Monte particular: propietario AYUNTAMIENTO DE ZUERA
4. El incendio se inició en el mes de JUNIO, el día 23, a las 17'10 horas.
5. Comenzó en el lugar o paraje denominado LA JUNTUELA
6. El incendio se extinguió el día 30, a las 19 horas.
7. La primera noticia del incendio fue dada por TORRE VIGILANCIA PUYNEVILLA
8. Causas del incendio CHISPA DE COSECHADORA
9. Autor o causante, vecino de, cuando se dedicaba a LABORES AGRÍCOLAS, COSECHA DE CEREAL
10. Distancia del núcleo urbano al frente del fuego 6 Kms.
11. Núm. de hombres que han intervenido en la extinción:
- |                            |        |      |   |
|----------------------------|--------|------|---|
| Fuerzas del Ejército       | Aprox. | 115  |   |
| Guardia Civil              |        | 150  |   |
| Personal civil             | Aprox. | 500  | Alcalde <input checked="" type="checkbox"/> |
| Bomberos profesionales     | Aprox. | 150  |   |
| Personal a cargo de COMENA |        | 449  |   |
| Agentes Forestales D.G.A.  |        | 93   |   |
| TOTAL                      |        | 1457 |   |
12. La dirección técnica estuvo a cargo de DIRECTORES DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS DE LA SECCIÓN DE MONTES, Caza y Pesca
13. Superficies afectadas:
- a) Superficie arbolada:

SUPERFICIE	ESPECIE	Edad	DIMENSIONES MEDIAS		N.º PIES
			Altura (m.)	Diámetro (cms.)	
3100 Has., áreas.	Pinus halepensis		5	15	2.712.000
Has., áreas.					

- b) Superficie de matorral: Has., áreas. — Especies:
- c) Superficie de pastos: Has., áreas. — " Cereal seco.
- d) Superficie de cultivos: 710 Has.  
Superficie quemada total: 3.850 Has., áreas.
14. Medios utilizados en extinción: TRACTORES AGRÍCOLAS, T. ORUGAS, BATEFUEGOS, TANQUETAS DE A, TANQUE BOMBEROS DE DPZ, TANQUES BOMBEROS AYTO DE ZARAGOZA, TANQUE AYTO ZUERA, HIDRO AVIONES, AVIONETAS DE CARGA EN TIERRA, HELICÓPTEROS
- En ZARAGOZA, a 20 de JULIO de 1995

## IX. Parte de Incendio Forestal año 2000

PARTE DE INCENDIO FORESTAL									
Nº de parte 2000220097									
<b>DATOS GENERALES DEL INCENDIO</b>									
<b>1. Localización:</b>									
Comunidad Autónoma <u>ARAGON</u>			Provincia <u>HUESCA</u>		22				
Comarca o isla			Termino Municipal (origen) <u>SABINANIGO</u>		199				
Entidad menor			Paraje <u>SECORUN</u>						
Cuadrícula Mapa militar 1:250.000			Hoja <u>08102</u>		Cuadrícula		002		
1:50.000			X		Y				
<b>2. Tiempos:</b>									
2.1. Detección			Día / Mes / Año			Hora		Minutos	
			26 / 08 / 2000			05		27	
2.2. Llegada primeros medios terrestres			26 / 08 / 2000			6		00	
2.3. Llegada primeros medios aéreos			26 / 08 / 2000						
2.4. Incendio controlado			30 / 08 / 2000			8		00	
2.5. Incendio extinguido			31 / 08 / 2000			16		50	
<b>3. Detección:</b>									
3.1. Detectado por:			Vigilante fijo <input type="radio"/> ( )			Cod. V. Fijo		0	
Agente forestal <input checked="" type="radio"/>			Vigilante móvil <input type="radio"/> Aeronave <input type="radio"/> Llamada particular <input type="radio"/> Otros <input type="radio"/>					2	
3.2. Iniciado junto a:			Carretera <input type="radio"/> Pista forestal <input type="radio"/> Senda <input type="radio"/> Casas <input type="radio"/>						
Lugares con afluencia de excursionistas <input type="radio"/>			Vías férreas <input type="radio"/> Cultivos <input type="radio"/> Urbanizaciones <input type="radio"/>						
Basureros <input type="radio"/> Otros lugares del monte <input checked="" type="radio"/>								10	
<b>4. Causas del incendio</b>									
Causa:			Cierta <input checked="" type="radio"/> Supuesta <input type="radio"/>					1	
Rayo <input checked="" type="radio"/>			Otras Causas						
Negligencias:			Ferrocaril <input type="radio"/>						
Quema agrícola <input type="radio"/>			Líneas eléctricas <input type="radio"/>						
Quema de pastos <input type="radio"/>			Motores y máquinas <input type="radio"/>						
Trabajos forestales <input type="radio"/>			Maniobras militares <input type="radio"/>						
Hogueras <input type="radio"/>			Otras <input type="radio"/>						
Fumadores <input type="radio"/>			Intencionado <input type="radio"/>						
Quema de basuras <input type="radio"/>			Causa desconocida <input type="radio"/>						
Escapes de vertedero <input type="radio"/>			Incendio reproducido <input type="radio"/>						
Otras negligencias <input type="radio"/>									
Causante:			Identificado <input checked="" type="radio"/> No identificado <input type="radio"/>					1	
Motivación (solo incendios intencionados)									
Clase de día:			Festivo <input type="radio"/> Víspera de festivo <input checked="" type="radio"/> Laborable <input type="radio"/>					2	
<b>5. Condiciones de peligro en el inicio del incendio</b>									
5.1. Datos meteorológicos:			Estación <u>Colledo Lagunas</u>			Hora		17:00	
Días desde la última lluvia <u>+40</u>			Temperatura máxima <u>20</u> °C.						
Humedad relativa <u>39</u> %			Viento: Velocidad <u>25</u> Km/h.			Dirección		315	
5.2. Topografía:			Orientación: Solana <input checked="" type="radio"/> Umbria <input type="radio"/>					1	
Pendiente: Terreno llano <input type="radio"/> Ondulado <input checked="" type="radio"/> Quebrado <input type="radio"/>								2	
5.3. Modelos de combustibles en la zona de incendio:			Pastizales <input type="radio"/> Matorrales <input checked="" type="radio"/> Bosques <input checked="" type="radio"/> Restos <input type="radio"/>					8	
5.4. Prob. Ignición <u>30</u> %			Peligro: Prealerta <input type="radio"/> Alerta <input checked="" type="radio"/> Alarma <input type="radio"/> Alarma extrema <input type="radio"/>					2	

6. Tipo de fuego: De matorral ☒ Pasto ☐ De copas ☐ De hojarasca ☒ De subsuelo ☐ 7

### 7. Medios utilizados en la extinción:

7.1. Transporte: A pie ☒ Coches ☒ Helicópteros ☒ 7  
 Distancia aproximada a pie (metros).....

7.2. Personal:

Técnicos y Agentes forestales.....	14
Obreros de cuadrillas y brigadas.....	80
Bomberos profesionales.....	10
Voluntariado organizado.....	14
Otro Personal civil.....	
Guardia Civil, Policía autonómica y otras.....	6
Fuerzas del Ejército.....	

7.3. Medios pesados: Autobombas ☒ Bulldozer ☒ Tractores agrícolas ☐ Otros ☐

7.4. Medios aéreos:

	Núm.	Brigadas transportadas	Descargas
Aviones anfíbios	2		46
Aviones de carga en tierra	3		32
Helicópteros de extinción (Depósito ventral)			
Helicópteros para transporte de cuadrillas (con o sin helibalde)	3	4	170
Aeronave coordinación	1		

Retardantes: Amónicos ☐ Espumantes ☒ Viscosantes ☐

### 8. Técnicas de extinción:

8.1. Ataque directo ☒ Ataque indirecto ☒ 3  
 8.2. Ataque indirecto: Apertura de cortafuego o líneas de defensa ☒ Contrafuego ☐

### 9. Pérdidas:

9.1. Víctimas..... Muertos ☐ Heridos ☐

#### 9.2. Superficies recorridas por el fuego:

##### 9.2.1. Superficie forestal (Hectáreas)

	Arbolada	No Arbolada
Montes Utilidad Pública.....	199,00	
Montes del Estado - CCAA.....		
Montes en Consorcio / Convenio.....		
Montes Públicos no Catalogados.....		
Montes particulares.....	446,00	
<b>TOTALES</b> .....	645,00	

9.2.2. Superficie no forestal (Hectáreas).....

#### 9.3. Efectos ambientales: Estimación de impacto global..... 9

9.3.1. Superficie quemada autorregenerable:	60-100% <input type="checkbox"/>	30-59% <input type="checkbox"/>	< 30% <input checked="" type="checkbox"/>	2
9.3.2. Efecto en la vida silvestre:	Inapreciable <input type="checkbox"/>	Pasajero <input type="checkbox"/>	Permanente <input checked="" type="checkbox"/>	2
9.3.3. Riesgo de erosión:	Bajo <input type="checkbox"/>	Moderado <input type="checkbox"/>	Alto <input checked="" type="checkbox"/>	2
9.3.4. Alteración del paisaje y valores recreativos:	Inapreciable <input type="checkbox"/>	Pasajero <input type="checkbox"/>	Permanente <input checked="" type="checkbox"/>	2
9.3.5. Efecto en la economía local:	Inapreciable <input type="checkbox"/>	Pasajero <input checked="" type="checkbox"/>	Permanente <input type="checkbox"/>	1

#### 9.4. Incidencias de Protección Civil:

Cortes de carreteras <input type="checkbox"/>	Cortes de líneas férreas <input type="checkbox"/>	Cortes de suministro eléctrico <input type="checkbox"/>
Cortes de teléfono <input type="checkbox"/>	Desalojo de núcleos urbanos <input type="checkbox"/>	Daños en viviendas o naves industriales <input type="checkbox"/>

10. N° de parte asociado:



**ANEXO 3. Incendios forestales de superficie afectada superior a 100 ha en Aragón**

FECHA	PROVINCIA	MUNICIPIO	ARB	NO ARB	FOREST	NO FOREST	CAUSA
24/08/1969	ZARAGOZA	INDETERMINADO	208	0	290	0,00	Ferrocarril
26/08/1969	ZARAGOZA	INDETERMINADO	45	105	150	0,00	Hogueras
17/04/1970	HUESCA	INDETERMINADO	50	180	230	0,00	Quema Pastos
26/02/1971	HUESCA	INDETERMINADO	0	150	150	0,00	Fumadores
10/03/1971	ZARAGOZA	INDETERMINADO	320	100	500	0,00	Hogueras
01/08/1973	HUESCA	INDETERMINADO	72	203	275	0,00	Desconocida
06/08/1973	TERUEL	INDETERMINADO	0	400	400	0,00	Desconocida
20/08/1973	HUESCA	INDETERMINADO	140	60	200	0,00	Desconocida
16/07/1974	HUESCA	INDETERMINADO	0	120	120	0,00	Quema agrícola
26/10/1974	ZARAGOZA	INDETERMINADO	115	0	115	0,00	Desconocida
02/03/1975	ZARAGOZA	INDETERMINADO	260	0	260	0,00	Hogueras
02/08/1975	ZARAGOZA	INDETERMINADO	200	0	200	0,00	Hogueras
05/08/1975	ZARAGOZA	INDETERMINADO	363	256	619	0,00	Rayo
31/03/1976	HUESCA	INDETERMINADO	0	0	200	0,00	Desconocida
14/09/1977	HUESCA	INDETERMINADO	0	0	110	0,00	Desconocida
15/09/1977	TERUEL	INDETERMINADO	170	100	270	0,00	Desconocida
15/09/1977	TERUEL	INDETERMINADO	200	111	311	0,00	Desconocida
25/07/1978	ZARAGOZA	INDETERMINADO	103	9	112	0,00	Hogueras
21/08/1978	HUESCA	INDETERMINADO	150	0	150	0,00	Rayo
30/08/1978	HUESCA	INDETERMINADO	250	550	800	0,00	Desconocida
16/09/1978	HUESCA	INDETERMINADO	66	95	161	0,00	Fumadores
01/10/1978	HUESCA	INDETERMINADO	0	0	500	0,00	Desconocida
08/10/1978	HUESCA	INDETERMINADO	31	69	100	0,00	Intencionado
06/08/1979	HUESCA	INDETERMINADO	200	0	200	0,00	Desconocida
08/08/1979	HUESCA	INDETERMINADO	18	463	481	0,00	Rayo
01/04/1980	TERUEL	INDETERMINADO	6	14	180	0,00	Trab. forestales
20/07/1980	ZARAGOZA	INDETERMINADO	275	170	445	0,00	Hogueras
24/07/1980	TERUEL	INDETERMINADO	40	110	150	0,00	Desconocida
25/07/1980	TERUEL	INDETERMINADO	105	15	120	0,00	Ot. Negl.
25/07/1980	ZARAGOZA	INDETERMINADO	0	350	350	0,00	Líneas Eléctric
28/07/1980	TERUEL	INDETERMINADO	0	100	125	0,00	Desconocida
28/07/1980	ZARAGOZA	INDETERMINADO	142	10	152	0,00	Desconocida
02/08/1980	HUESCA	INDETERMINADO	4.069	120	4.189	0,00	Desconocida
06/08/1980	ZARAGOZA	INDETERMINADO	0	210	210	0,00	Mot. y Maq.
07/08/1980	HUESCA	INDETERMINADO	4	396	400	0,00	Desconocida
07/08/1980	TERUEL	INDETERMINADO	90	200	293	0,00	Desconocida
07/08/1980	TERUEL	INDETERMINADO	2	148	150	0,00	Trab. forestales
11/08/1980	HUESCA	INDETERMINADO	100	65	165	0,00	Desconocida
11/08/1980	ZARAGOZA	INDETERMINADO	0	108	108	0,00	Ferrocarril
11/08/1980	ZARAGOZA	INDETERMINADO	0	100	100	0,00	Desconocida
14/08/1980	TERUEL	INDETERMINADO	700	0	700	0,00	Rayo
22/08/1980	HUESCA	INDETERMINADO	200	0	400	0,00	Desconocida
22/08/1980	HUESCA	INDETERMINADO	0	150	150	0,00	Desconocida
22/08/1980	HUESCA	INDETERMINADO	80	60	140	0,00	Desconocida
25/08/1980	HUESCA	INDETERMINADO	150	0	150	0,00	Rayo
07/09/1980	HUESCA	INDETERMINADO	201	0	258	0,00	Desconocida
12/09/1980	HUESCA	INDETERMINADO	0	91	230	0,00	Desconocida
13/09/1980	TERUEL	INDETERMINADO	0	150	150	0,00	Desconocida
24/09/1980	HUESCA	INDETERMINADO	0	110	110	0,00	Desconocida
09/01/1981	ZARAGOZA	INDETERMINADO	72	8	220	0,00	Desconocida
13/01/1981	HUESCA	INDETERMINADO	41	200	291	0,00	Desconocida
08/02/1981	ZARAGOZA	INDETERMINADO	170	20	190	0,00	Desconocida
07/03/1981	HUESCA	INDETERMINADO	0	0	100	0,00	Desconocida
21/03/1981	ZARAGOZA	INDETERMINADO	110	0	150	0,00	Quema agrícola
16/06/1981	HUESCA	INDETERMINADO	200	0	200	0,00	Desconocida
23/06/1981	HUESCA	INDETERMINADO	62	442	504	0,00	Hogueras
25/07/1981	TERUEL	INDETERMINADO	0	0	100	0,00	Rayo
25/07/1981	ZARAGOZA	INDETERMINADO	418	688	1.121	0,00	Desconocida

28/07/1981	ZARAGOZA	INDETERMINADO	0	150	200	0,00	Desconocida
31/07/1981	HUESCA	INDETERMINADO	105	1.300	1.405	0,00	Ot. Negl.
08/08/1981	HUESCA	INDETERMINADO	30	160	190	0,00	Rayo
30/08/1981	HUESCA	INDETERMINADO	60	50	110	0,00	Rayo
02/09/1981	TERUEL	INDETERMINADO	107	43	150	0,00	Rayo
16/09/1981	HUESCA	INDETERMINADO	30	90	120	0,00	Desconocida
18/09/1981	HUESCA	INDETERMINADO	127	320	447	0,00	Desconocida
20/03/1982	HUESCA	INDETERMINADO	0	50	100	0,00	Desconocida
23/03/1982	HUESCA	INDETERMINADO	110	50	160	0,00	Desconocida
24/04/1982	HUESCA	INDETERMINADO	576	30	606	0,00	Desconocida
08/07/1982	TERUEL	INDETERMINADO	130	0	130	0,00	Rayo
08/07/1982	TERUEL	INDETERMINADO	30	120	150	0,00	Desconocida
08/07/1982	TERUEL	INDETERMINADO	600	0	600	0,00	Rayo
17/07/1982	TERUEL	INDETERMINADO	300	0	300	0,00	Rayo
10/08/1982	TERUEL	INDETERMINADO	25	95	120	0,00	Desconocida
07/03/1983	TERUEL	SAN AGUSTÍN	220	0	220	0,00	Quema agrícola
06/04/1983	TERUEL	MARTÍN DEL RÍO	0	61	138	0,00	Líneas Eléctric
10/04/1983	TERUEL	CORTES DE ARAG	5	150	155	0,00	Ot. Negl.
15/04/1983	ZARAGOZA	EMBID DE ARIZA	0	0	200	0,00	Desconocida
31/05/1983	HUESCA	BAILO	100	0	100	0,00	Desconocida
10/06/1983	TERUEL	VALDERROBRES	90	20	110	0,00	Rayo
15/06/1983	ZARAGOZA	FAYÓN	100	100	200	0,00	Fumadores
21/07/1983	HUESCA	YÉSERO	120	0	120	0,00	Rayo
22/07/1983	HUESCA	HUESCA	115	0	150	0,00	Rayo
30/07/1983	HUESCA	PEÑAS DE RIGLOS	230	150	380	0,00	Desconocida
30/07/1983	TERUEL	BERGE	589	15	604	0,00	Quema agrícola
30/07/1983	ZARAGOZA	ASÍN	4	1.436	2.000	0,00	Hogueras
31/07/1983	TERUEL	ALIAGA	655	90	745	0,00	Desconocida
15/08/1983	TERUEL	RUBIALES	363	0	363	0,00	Desconocida
15/08/1983	ZARAGOZA	TABUENCA	0	220	220	0,00	Desconocida
08/10/1983	HUESCA	PEÑAS DE RIGLOS	18	182	200	0,00	Desconocida
24/04/1984	ZARAGOZA	SOS DEL REY CAT	106	0	114	0,00	Quema agrícola
19/07/1984	TERUEL	EJULVE	414	0	414	0,00	Rayo
28/07/1984	ZARAGOZA	PARACUELLOS R.	570	40	649	0,00	Desconocida
30/07/1984	HUESCA	NUENO	6	194	200	0,00	Quema agrícola
01/09/1984	ZARAGOZA	SEDILES	136	0	136	0,00	Hogueras
06/09/1984	TERUEL	ALLUEVA	740	27	767	0,00	Líneas Eléctric
12/09/1984	HUESCA	PUÉRTOLAS	180	0	180	0,00	Quema agrícola
24/09/1984	HUESCA	NAVAL	460	40	500	0,00	Desconocida
12/04/1985	TERUEL	BERGE	180	0	180	0,00	Desconocida
25/07/1985	HUESCA	HUESCA	125	32	157	0,00	Rayo
26/07/1985	HUESCA	PEÑAS DE RIGLOS	100	0	100	0,00	Desconocida
05/08/1985	HUESCA	PEÑAS DE RIGLOS	600	100	700	0,00	Rayo
25/08/1985	ZARAGOZA	TARAZONA	0	50	100	0,00	Hogueras
27/08/1985	TERUEL	CASTELLOTE	50	462	512	0,00	Quema agrícola
28/08/1985	HUESCA	CALDEARENAS	40	570	950	0,00	Intencionado
28/08/1985	HUESCA	BROTO	0	825	895	0,00	Trab. forestales
30/08/1985	HUESCA	JACA	165	0	165	0,00	Quema agrícola
31/03/1986	HUESCA	BENABARRE	40	130	170	0,00	Trab. forestales
12/05/1986	TERUEL	VALBONA	150	0	150	0,00	Quema agrícola
13/06/1986	ZARAGOZA	FAYÓN	100	50	150	0,00	Trab. forestales
01/07/1986	ZARAGOZA	ZUERA	300	287	587	0,00	Rayo
22/07/1986	TERUEL	GINEBROSA, LA	1.515	985	2.500	0,00	Rayo
22/07/1986	TERUEL	FOZ-CALANDA	200	90	290	0,00	Rayo
31/07/1986	HUESCA	SABIÑÁNIGO	2.150	120	2.270	0,00	Rayo
31/07/1986	HUESCA	CALDEARENAS	285	265	550	0,00	Rayo
06/08/1986	HUESCA	NUENO	125	675	800	0,00	Intencionado
19/08/1986	HUESCA	CALDEARENAS	270	90	360	0,00	Desconocida
21/08/1986	HUESCA	PEÑAS DE RIGLOS	0	120	120	0,00	Intencionado
24/08/1986	ZARAGOZA	MURILLO DE G.	4	450	454	0,00	Fumadores
06/09/1986	TERUEL	CASCANTE DL RÍO	83	87	170	0,00	Rayo
24/08/1986	ZARAGOZA	MURILLO DE G.	4	450	454	0,00	Fumadores

16/08/1987	ZARAGOZA	LUNA	380	0	430	0,00	Rayo
21/08/1987	ZARAGOZA	TALAMANTES	55	15	240	0,00	Rayo
13/09/1987	ZARAGOZA	FUENTES DE J.	541	0	541	0,00	Rayo
19/09/1988	HUESCA	PUÉRTOLAS	250	25	275	0,00	Trab. forestales
09/10/1988	ZARAGOZA	EMBED DE ARIZA	0	350	350	0,00	Desconocida
02/02/1989	TERUEL	LAGUERUELA	0	20	150	0,00	Quema agrícola
16/02/1989	ZARAGOZA	SESTRICA	1	10	111	2,00	Desconocida
18/07/1989	ZARAGOZA	UNDUÉS D LERDA	100	20	120	0,00	Desconocida
05/08/1989	ZARAGOZA	ATECA	155	140	320	0,00	Rayo
29/08/1989	ZARAGOZA	AGUARÓN	100	0	110	0,00	Desconocida
04/08/1990	HUESCA	PERALTA DE CALA	300	0	300	0,00	Intencionado
05/08/1990	HUESCA	ESTOPIÑÁN	10	140	150	0,00	Rayo
21/03/1991	TERUEL	MONROYO	110	0	110	0,00	Quema agrícola
05/07/1991	HUESCA	AYERBE	70	230	300	0,00	Quema agrícola
10/07/1991	HUESCA	HUESCA	0	320	320	30,00	Mot. y Maq.
14/07/1991	HUESCA	PUÉRTOLAS	745	30	775	0,00	Hogueras
23/07/1991	TERUEL	CASTELLOTE	185	0	185	0,00	Rayo
28/07/1991	HUESCA	FRAGA	40	230	270	30,00	Fumadores
30/07/1991	HUESCA	SANTA LIESTRA	25	120	145	25,00	Intencionado
01/08/1991	ZARAGOZA	AÑÓN DE MONCAY	95	22	163	0,00	Desconocida
08/08/1991	HUESCA	GRADO, EL	60	50	110	40,00	Fumadores
08/08/1991	HUESCA	SEIRA	1.100	674	1.852	0,00	Rayo
08/08/1991	TERUEL	OLMOS LOS	500	0	500	0,00	Desconocida
16/08/1991	HUESCA	BIELSA	120	0	120	0,00	Rayo
21/08/1991	ZARAGOZA	USED	15	180	195	0,00	Rayo
27/08/1991	ZARAGOZA	AMBEL	1.084	751	1.836	0,00	Rayo
30/08/1991	ZARAGOZA	MEQUINENZA	75	20	100	0,00	Rayo
29/07/1993	HUESCA	POZÁN DE VERO	37	101	138	45,00	Quema agrícola
05/08/1993	HUESCA	SABIÑÁNIGO	6	118	124	0,00	Rayo
06/08/1993	HUESCA	TORRENTE LA C.	601	192	793	15,00	Rayo
07/08/1993	TERUEL	ABEJUELA	775	775	1.550	0,00	Rayo
12/09/1993	ZARAGOZA	PURUJOSA	743	2.263	3.072	127,00	Ot. Negl.
28/01/1994	HUESCA	SOTONERA, LA	1	129	130	0,00	Intencionado
26/02/1994	TERUEL	OBÓN	0	180	180	0,00	Quema Pastos
01/06/1994	TERUEL	TRAMACASTIEL	1.167	185	1.366	0,00	Rayo
18/06/1994	ZARAGOZA	CALATAYUD	200	0	200	0,00	Rayo
26/06/1994	HUESCA	AÍNSA-SOBRARBE	20	130	150	0,00	Rayo
02/07/1994	TERUEL	VILLARLUENGO	10.150	5.043	16.832	0,00	Rayo
04/07/1994	HUESCA	BISCARRUÉS	190	235	425	50,00	Líneas Eléctric
16/07/1994	ZARAGOZA	UNCASTILLO	4.849	1.740	6.589	2.049,00	Rayo
16/07/1994	ZARAGOZA	TRASOBARES	140	285	425	0,00	Rayo
16/07/1994	ZARAGOZA	AÑÓN DE MONCAY	56	56	140	0,00	Rayo
17/07/1994	ZARAGOZA	MURILLO DE G.	50	0	170	0,00	Intencionado
28/07/1994	ZARAGOZA	TIERGA	200	0	300	0,00	Rayo
28/07/1994	ZARAGOZA	EPILA	340	0	340	0,00	Rayo
04/08/1994	ZARAGOZA	LUNA	160	0	270	0,00	Rayo
21/08/1994	HUESCA	BAILO	1.293	414	1.880	80,00	Ot. Negl.
14/09/1994	HUESCA	FRAGA	60	70	130	0,00	Rayo
14/09/1994	ZARAGOZA	NONASPE	269	543	812	81,00	Quema d basura
23/06/1995	ZARAGOZA	ZUERA	3.100	0	3.100	750,00	Mot. y Maq.
28/08/1995	HUESCA	LOPORZANO	20	127	147	0,00	Intencionado
21/03/1997	HUESCA	VERACRUZ	1	150	156	0,00	Quema Pastos
22/06/1997	HUESCA	BELVER DE CINCA	6	95	101	205,00	Desconocida
12/08/1998	TERUEL	GARGALLO	15	156	171	0,00	Rayo
20/02/1999	TERUEL	MANZANERA	73	19	107	0,00	Quema agrícola
18/03/2000	HUESCA	LASPAÚLES	15	135	150	0,00	Ot. Negl.
25/08/2000	ZARAGOZA	LUESIA	103	75	210	0,00	Rayo
26/08/2000	HUESCA	SABIÑÁNIGO	0	127	127	0,00	Rayo
26/08/2000	HUESCA	SABIÑÁNIGO	643	0	643	0,00	Rayo
26/08/2000	HUESCA	OTRA PROVINCIA	357	0	357	0,00	Rayo
29/08/2000	TERUEL	CASTEL DE CABR	15	135	150	0,00	Fumadores
13/09/2000	TERUEL	SARRIÓN	150	0	150	0,00	Rayo



07/07/2001	ZARAGOZA	STA CRUZ D GRÍO	80	268	348	0,00	Quema agrícola
25/07/2001	ZARAGOZA	ZARAGOZA	0	200	200	0,00	Ot. Negl.
01/08/2001	HUESCA	JACA	200	100	300	20,00	Rayo
01/08/2001	HUESCA	PEÑAS DE RIGLOS	1.337	1.151	2.870	408,34	Rayo
21/06/2002	HUESCA	PERALTILLA	0	280	280	20,00	Fumadores
24/07/2002	ZARAGOZA	UNCASTILLO	251	0	251	0,00	Rayo
30/06/2003	HUESCA	BISCARRUÉS	140	30	170	10,00	Líneas Eléctrica
29/07/2003	ZARAGOZA	ENCINACORBA	160	40	280	0,00	Ferrocarril
12/08/2003	ZARAGOZA	MEQUINENZA	150	394	544	200,00	Desconocida
08/08/2004	ZARAGOZA	ABANTO	22	82	104	4,00	Intencionado
01/09/2004	ZARAGOZA	ZARAGOZA	270	0	430	200,00	Maniobr. Militar
16/07/2005	ZARAGOZA	NUÉVALOS	216	0	285	6,54	Líneas Eléctric
17/07/2005	TERUEL	CAÑIZAR DEL OLIV	5	320	325	0,00	Fumadores
14/08/2005	ZARAGOZA	LUNA	191	200	391	140,15	Líneas Eléctric
14/06/2006	ZARAGOZA	UNCASTILLO	37	92	129	98,65	Mot. y Maq.
12/08/2006	HUESCA	PERALTA DE CALA	1.233	203	1.436	263,33	Ot. Negl.
01/08/2007	TERUEL	TORRE DE LAS AR	598	838	1.436	36,74	Desconocida
05/08/2008	ZARAGOZA	ZUERA	1.911	220	2.131	382,18	Mot. y Maq.
18/07/2009	ZARAGOZA	FAYÓN	807	6	813	366,39	Desconocida
22/07/2009	TERUEL	ALLOZA	986	147	1.133	449,67	Rayo
22/07/2009	TERUEL	ALIAGA	5.456	1.277	6.732	621,12	Rayo
22/07/2009	TERUEL	CEDRILLAS	737	316	1.053	0,00	Rayo
22/07/2009	TERUEL	VALDETORMO	189	0	189	62,15	Rayo
22/07/2009	ZARAGOZA	MORÉS	9	463	472	118,93	Rayo
23/07/2009	TERUEL	LOS OLMOS	529	6	534	99,63	Rayo
01/08/2009	ZARAGOZA	VALTORRES	223	295	518	161,24	Ot. Negl.
29/07/2009	ZARAGOZA	JAULÍN	1.097	186	1.283	422,72	Desconocida
18/08/2009	ZARAGOZA	ZARAGOZA	3.338	2.740	6.078	899,31	Maniobr. Militar

**ANEXO 4. Superficie quemada y número de incendios en Aragón en el período 1968-2009**

<b>AÑO</b>	<b>Nº CONATOS</b>	<b>Nº INCENDIOS</b>	<b>T. Nº INC.</b>	<b>S. FOREST</b>
1968	19	21	40	101,00
1969	10	18	28	497,30
1970	33	38	71	761,30
1971	25	23	48	834,30
1972	4	9	13	26,40
1973	17	53	70	1.250,80
1974	15	54	69	717,40
1975	23	59	82	1.719,60
1976	30	61	91	719,20
1977	11	23	34	909,20
1978	22	118	140	3.286,40
1979	10	29	39	1.240,20
1980	48	153	201	11.159,90
1981	55	196	251	8.048,90
1982	36	94	130	3.137,10
1983	56	118	174	7.109,50
1984	51	116	167	4.136,70
1985	110	110	220	4.725,50
1986	73	84	157	9.721,70
1987	97	63	160	1.844,50
1988	54	115	169	1.512,90
1989	104	190	294	2.264,10
1990	110	112	222	1.179,80
1991	167	121	288	7.993,00
1992	126	98	224	573,80
1993	207	98	305	6.188,70
1994	265	203	468	31.543,90
1995	272	105	377	3.850,30
1996	199	63	262	255,50
1997	192	49	241	474,90
1998	230	99	329	676,02
1999	266	100	366	595,47
2000	290	127	417	2.570,02
2001	302	104	406	4.570,32
2002	313	111	424	1.507,74
2003	259	76	335	1.486,09
2004	325	96	421	1.234,90
2005	502	209	711	2.116,39
2006	335	78	413	2.156,71
2007	315	100	415	1.860,38
2008	260	93	353	2.488,79
2009	314	93	407	22.559,72
<b>TOTAL</b>	<b>6152</b>	<b>3880</b>	<b>10.032</b>	<b>161.606,35</b>

**ANEXO 5. Estacionalidad de frecuencia de los incendios forestales (1996-2008)**

MES	Nº CONATOS	Nº INCENDIOS	T. SINIESTROS	FOREST	NO FOREST
Enero	107	66	173	423,92	72,08
Febrero	306	248	554	1.484,54	107,93
Marzo	567	325	892	1.862,53	182,94
Abril	359	137	496	726,92	38,33
Mayo	357	100	457	673,10	83,37
Junio	542	171	713	6.710,34	2.785,33
Julio	955	326	1.281	31.318,77	5.369,88
Agosto	1011	330	1.341	23.281,63	2.476,62
Septiembre	407	112	519	5.074,07	529,11
Octubre	93	52	145	314,72	79,90
Noviembre	75	32	107	87,07	78,93
Diciembre	46	31	77	185,32	21,98
TOTALES	4825	1930	6.755	72.142,93	11.826,40

**ANEXO 6. Causalidad de los incendios forestales en el período 1996-2008**

CAUSA	ID CAUSA	Nº SINIESTROS	% Nº SINIESTROS
RAYO	1	2.075	30,72
Quema agrícola	2	1.465	21,69
Quema para reg. Pastos	2	206	3,05
Trabajos forestales	2	23	0,34
Hogueras	2	147	2,18
Fumadores	2	354	5,24
Quema de basuras	2	140	2,07
Escape de vertedero	2	37	0,55
Quema de matorral	2	43	0,64
Ferrocarril	2	165	2,44
Líneas eléctricas	2	122	1,81
Motores y máquinas	2	262	3,88
Maniobras militares	2	12	0,18
Otras	2	317	4,69
NEGLIG. Y CAUSAS ACCIDENTALES	3	3.293	48,75
INTENCIONADO	4	590	8,73
DESCONOCIDA	5	777	11,50
REPRODUCCIÓN	6	20	0,30
TOTALES		6.755	

ANEXO 7. Relación de estaciones termopluviométricas<sup>1</sup> y pluviométricas

INDICAT	NOMBRE	ALT	C_X	C_Y	NOM_PROV	ALTA	BAJA
9199	VILLANUA	1000	699743	4725839	HUESCA	01/02/1929	31/07/1989
9200	BESCOS DE GARCIP	920	704629	4722430	HUESCA	01/08/1955	
9201	CASTIELLO DE JACA	885	700794	4722566	HUESCA	01/04/1914	
9204	CANIAS	855	696060	4719065	HUESCA	01/05/1970	31/12/2005
9206	SANTA CRUZ	820	690755	4710427	HUESCA	01/10/1969	
9209	EMBUN	780	686515	4722043	HUESCA	01/02/1953	31/03/2003
9210	JAVIERREGAY	690	685836	4717610	HUESCA	01/12/1928	31/12/2001
9215	ARTIEDA	510	665057	4718598	ZARAGOZA	01/04/1929	31/12/2001
9220	SIGUES	495	662707	4721567	ZARAGOZA	01/01/1969	31/12/2005
9317	BIOTA ESCUE	484	649619	4680259	ZARAGOZA	01/03/1950	30/11/1994
9318	FARASDUES	463	656647	4676586	ZARAGOZA	01/05/1968	31/12/1994
9322	BIEL	760	669964	4695012	ZARAGOZA	01/11/1928	
9325	VALPALMAS	520	677138	4670004	ZARAGOZA	01/05/1931	30/11/1988
9329	UNCASTILLO	601	653680	4691641	ZARAGOZA	01/01/1929	31/12/2004
9330	SADABA	442	642292	4683254	ZARAGOZA	01/01/1950	
9332	BIOTA EL BAYO	345	642698	4669994	ZARAGOZA	01/03/1941	31/07/1981
9333	SANTA ANASTASIA	321	646773	4666128	ZARAGOZA	01/11/1965	31/12/1994
9460	SABIÑANIGO	790	717122	4710830	HUESCA	01/01/1941	
9461	YEBRA DE BASA	910	723489	4707480	HUESCA	01/02/1970	
9463	HOSTAL DE IPIES	780	713861	4701713	HUESCA	01/01/1951	
9465	AINETO	960	730676	4696782	HUESCA	01/04/1948	30/04/1994
9472	BOTAYA	1222	691716	4708694	HUESCA	01/01/1927	30/04/1984
9474	LA PEÑA (EMBALSE)	589	686091	4695206	HUESCA	01/01/1914	
9476	AGUERO	696	681538	4691629	HUESCA	01/12/1956	31/01/2005
9477	LINAS DE MARCUEL	745	689844	4687590	HUESCA	01/03/1954	
9478	AYERBE	582	690579	4682485	HUESCA	01/10/1945	
9481	MARRACOS	400	684091	4662280	ZARAGOZA	01/06/1945	
9482	ESQUEDAS	530	704233	4677344	HUESCA	01/02/1950	30/11/1980
9483	LUPIÑEN	469	699218	4672106	HUESCA	01/05/1947	30/04/1985
9484	ANIES	760	699658	4686504	HUESCA	01/02/1950	30/06/2005
9485	LOARRE	790	695842	4687755	HUESCA	01/11/1957	
9487	LOSCORRALES	469	699660	4675977	HUESCA	01/04/1957	
9489	LA SOTONERA	413	692654	4664422	HUESCA	01/10/1911	
9489	LA SOTONERA	413	692654	4664422	HUESCA	01/10/1911	
9492	EL TEMPLE	335	686242	4649527	HUESCA	01/07/1919	31/12/1997
9493	GURREA DE G.	340	691747	4651217	HUESCA	01/03/1949	29/02/1980
9496	ZUERA (CASA)	387	680461	4646816	ZARAGOZA	01/06/1966	
9498	VILLANUEVA	243	681138	4626494	ZARAGOZA	01/06/1948	31/05/1999
9817	FISCAL	770	736557	4709023	HUESCA	01/12/1928	
9885	PANZANO	650	733600	4677023	HUESCA	01/06/1969	31/12/2007
9887	ANGUES	530	735788	4665823	HUESCA	01/01/1929	31/01/2003
9888	LASCELLAS	440	739046	4664698	HUESCA	01/02/1952	29/02/1980
9889	NOCITO	931	726130	4689408	HUESCA	01/05/1930	30/09/2005
9895	SANTA MARIA	990	717471	4685614	HUESCA	01/10/1918	31/03/1994
9896	SAN JULIAN	720	718310	4678538	HUESCA	01/03/1950	
9897	APIES	680	714192	4678133	HUESCA	01/10/1929	31/01/2004
9898	HUESCA MONF	541	721151	4662571	HUESCA	01/03/1943	
9900	NUENO	726	711352	4682524	HUESCA	01/05/1961	31/12/2005
9199D	ARATORES	920	700392	4725456	HUESCA	01/05/1973	

<sup>1</sup> Las estaciones termopluviométricas aparecen en negrita

9203U	JACA ESC CA	700	693747	4720204	HUESCA	01/02/1977	
9206E	BINACUA	762	688973	4712972	HUESCA	01/10/1969	30/11/2005
9210E	BAILO-PUENTE LA R.	595	680587	4714169	HUESCA	01/11/1967	30/04/2008
9219I	SALVATIERRA	580	662259	4726093	ZARAGOZA	01/10/1969	31/12/2005
9222I	LOS PINTANOS	809	662420	4710449	ZARAGOZA	01/05/1974	
9243O	URRIES	557	653637	4709170	ZARAGOZA	01/01/1973	31/12/2004
9244X	SOS DEL REY CAT	630	646738	4706120	ZARAGOZA	01/02/1992	
9245A	CASTILISCAR D.G.A.	465	641819	4693057	ZARAGOZA	01/01/1988	
9316A	LUESIA (D.G.A.)	800	662743	4692649	ZARAGOZA	01/01/1988	31/01/2008
9321A	EJEA DE LOS	320	653537	4664575	ZARAGOZA	01/11/1928	29/02/1988
9321B	EJEA DE LOS CAB.	321	653893	4665107	ZARAGOZA	01/03/1988	
9324A	LUNA P F E	480	670665	4670832	ZARAGOZA	01/06/1968	30/09/1981
9324B	LUNA (D.G.A.)	470	670677	4670338	ZARAGOZA	01/01/1988	
9330E	SADABA 2	440	642305	4682638	ZARAGOZA	01/06/1969	31/01/1984
9331F	EL BAYO	360	643319	4672228	ZARAGOZA	01/10/1965	
9331F	EL BAYO	360	643319	4672228	ZARAGOZA	01/10/1965	
9335E	SANCHO ABAR	489	639098	4653445	ZARAGOZA	01/05/1967	31/12/1988
9336A	TAUSTE-INST	262	644572	4642261	ZARAGOZA	01/05/1967	31/03/1997
9433O	ALAGON GAS	235	653781	4625606	ZARAGOZA	01/01/1950	31/12/1986
9453I	ASO DE SOBR	1240	716002	4723331	HUESCA	01/04/1970	30/04/2006
9454A	BIESCAS	855	719933	4723053	HUESCA	01/07/1971	
9455I	ESCUER	800	719293	4719482	HUESCA	01/04/1970	30/11/1991
9470E	BERNUES	920	698504	4706137	HUESCA	01/06/1969	
9470I	BOTAYA	940	692972	4707062	HUESCA	01/06/1969	30/11/2005
9470K	JAVIERRELAT	709	702759	4698139	HUESCA	01/01/1974	
9471O	RASAL	695	698765	4694567	HUESCA	01/11/1973	31/03/1997
9475O	VILLALANGUA	635	680739	4698647	HUESCA	01/12/1975	30/09/1990
9476U	MURILLO DE	510	685211	4689534	ZARAGOZA	01/02/1975	
9478I	ERES	455	685047	4680115	HUESCA	01/08/1979	29/02/2000
9480F	ALCALA DE G	425	686582	4666296	HUESCA	01/12/1979	
9480O	GURREA DE G	390	686559	4662839	HUESCA	01/12/1979	
9483A	LUPIÑEN	469	699783	4671628	HUESCA	01/05/1968	
9491U	LA PAUL	430	683020	4650338	HUESCA	01/03/1973	
9491V	ZUERA SALZ	300	682859	4647649	ZARAGOZA	01/02/1972	28/02/1995
9497E	SAN MATEO D	280	685301	4633453	ZARAGOZA	01/07/1967	31/07/1993
9815E	BERGUA	1033	732489	4713117	HUESCA	01/05/1961	31/03/1986
9817I	SAN JUSTE	767	738436	4707543	HUESCA	01/10/1962	31/12/1997
9820E	SAN FELICES	812	744370	4704567	HUESCA	01/10/1961	
9901B	HUESCA OBRA	475	712184	4668594	HUESCA	01/01/1965	
9901E	HUESCA SIL	458	713863	4667812	HUESCA	01/03/1977	31/10/1994

## ANEXO 8. Casificación Sinóptica

### I. Masas de aire que afectan a la Península (Font Tullot, I. 2000)

NATURALEZA	ORIGEN	INDICATIVO	MESES DE MAYOR FRECUENCIA
<b>Masas frías</b>			
Marítimas	Océano Ártico	<b>mA</b>	Invierno, Abril
	Groenlandia, Norte de Canadá	<b>mP</b>	Invierno y ocasionalmente el resto del año
Continental	Rusia, Siberia	<b>cP</b>	Febrero, Diciembre, Enero
<b>Masas cálidas</b>			
Marítimas	Atlántico subtropical	<b>mT (sub)</b>	Verano y ocasionalmente el resto del año
	Atlántico tropical	<b>mT</b>	Otoño, invierno y ocasionalmente primavera
Continental	Norte de África	<b>cT</b>	Verano y menos definida el resto del año

Las letras minúsculas indican el origen (*m* marítima y *c* continental) y las mayúsculas el carácter térmico (T cálida o tropical y A y P frías o, respectivamente ártica y polar)

### Descripción de las situaciones sinópticas típicas en Aragón (Vide, 2005.; Font Tullot, 2000.; Del Valle, 1997.):

#### A) Situaciones advectivas

##### 1. Advección del oeste o zonal $\left[ \frac{W}{W} \right]$

El centro de altas presiones se sitúa al Sur de las Azores, alargándose de forma rápida en la dirección de los paralelos hacia la Península. A 500 hPa la circulación general del Oeste es intensa, con componentes que van del NW al SW siendo una de las situaciones con mayor gradiente bórico. Las trayectorias seguidas por las borrascas únicamente rozan el norte peninsular y ocasionalmente, cuando su circulación es más meridiana los frentes pueden afectar a toda la península, excepto en la vertiente mediterránea.

La masa de aire predominante es la mT (sub) alternada con la mP que cuando llegan a nuestra región han sufrido una fuerte pérdida de humedad y un recalentamiento por efecto foëhn al atravesar la Cordillera Ibérica, por lo que las temperaturas son suaves.

Corresponde a una de las situaciones más frecuentes, y se dan especialmente en los meses de invierno. En verano da lugar a días algo más frescos de lo normal en el norte peninsular.

##### 2. Advección del oeste anticiclónica $\left[ \frac{W}{A} \right]$

Se caracteriza por tener las isohipsas con sentidos similares al tipo 1 pero con el anticiclón subtropical que marca una clara preferencia al centrarse sobre la península o sus proximidades. En ocasiones se trata de una cuña del anticiclón de las Azores que se extiende hacia el Mediterráneo dando lugar a un flujo suave del NW.

La masa de aire, originalmente mT (sub) trae consigo vientos flojos y variables que sufre un paulatino enfriamiento en el interior de la Península.

Normalmente se mantiene durante unos 5 días y es esencialmente invernal ya que en verano el anticiclón es sustituido por la depresión térmica peninsular.

### 3. Advección del noroeste $\left[ \begin{array}{c} \text{NW} \\ \text{NW} \end{array} \right]$

Las advecciones del noroeste se producen sobre nuestra región cuando un centro de bajas presiones se sitúa sobre el golfo de Génova mientras las isobaras e isohipsas presentan sobre todo el área componentes que van desde el NW al N.

La situación de noroeste permite la entra de aire mP, frescas y húmedas, dando lugar a precipitaciones abundantes en la cornisa cantábrica y progresivamente más débiles al penetrar hacia el interior o atravesar barreras montañosas.

Cuando estas masa de aire llegan a las sierras Prepirenaicas han atravesado el sector occidental del Pirineo con la pérdida de humedad que eso supone. Sin embargo, la presencia de sierras con relativa entidad en nuestra región permite que los flujos del NW se inestabilicen y aporten nuevas precipitaciones.

Tras haber sufrir diversos efectos foëhn estas masas de aire secas asoman por los Somontanos al Valle del Ebro donde las nubes son dispersadas por en Cierzo que, encauzado por la topografía, desciende por su eje principal.

La duración aproximada es de 3 a 5 días siendo relativamente frecuentes en cualquier mes del año excepto en los meses estivales.

### 4. Advecciones del Norte $\left[ \begin{array}{c} \text{N} \\ \text{N} \end{array} \right]$

Relacionado con la existencia de una borrasca situada en el Mediterráneo Occidental y un centro de altas presiones en el atlántico que configuran la disposición meridiana de las isobaras.

La masa cP origina importantes descensos de la temperatura por la llegada de vientos del N. La intensidad del frío está supeditada al grado de efectividad del efecto protector de la barrera pirenaica

Se trata de de un tipo claramente invernal y su aparición queda limitado de noviembre a marzo.

### 5. Advección del Nordeste $\left[ \begin{array}{c} \text{NE} \\ \text{NE} \end{array} \right], \left[ \begin{array}{c} \text{B} \\ \text{NE} \end{array} \right]$

Un potente anticlón frío centrado sobre Rusia, se extiende en forma de dorsal hacia la Península, mientras en el Mediterráneo se presenta un centro de bajas presiones en el que se refleja una profunda depresión fría en altura.

Son las causantes de las mayores olas de frío, con un claro predominio de la masa CP en invierno. Por el contrario, en los meses estivales, al favorecer la entrada de aire recalentado sobre el continente europeo, son causantes de aumentos de temperatura y ausencia de precipitaciones por su baja humedad relativa, especialmente si su entrada coincide con entradas de aire sahariano por el SE de la península al situarse una depresión al W de la misma.

La frecuencia de vientos del NE es escasa, siendo los meses estivales los que menos aparece.

### 6. Advección del Este o de levante $\left[ \begin{array}{c} \text{---} \\ \text{E} \end{array} \right]$

Un centro de altas presiones se sitúa sobre Europa central alargándose en la dirección de los paralelos. Esto provoca que al menos en superficie, las sobaras se dispongan en sentido E-W dentro de todo el área, con variaciones que van del NE hasta el SE. En cambio, las isohipsas

muestran sentidos en general poco definidos y en ocasiones con curvatura anticiclónica. Su presencia en nuestra región es muy escasa y prácticamente inexistente en verano.

#### 7. *Advección del Este o de levante con gota fría* $\left[ \begin{array}{c} \mathbf{B} \\ \mathbf{E} \end{array} \right]$

La situación de gota fría se pone de manifiesto por la mayor profundidad y extensión de la depresión en altura que en superficie, la cual se sitúa entre Canarias y la Península. Muestra isobaras con una cierta componente E en superficie que afecta prácticamente a toda la Península.

La masa de aire, originalmente cT, pierde su carácter continental al cargarse de vapor de agua en su largo recorrido por el Mediterráneo. Este motivo, unido a la borrasca en altura, crea una gran inestabilidad sobre la mitad Sur de la Península y en la vertiente mediterránea.

#### 8. *Advección de Sur* $\left[ \begin{array}{c} \mathbf{S} \\ \mathbf{S} \end{array} \right]$

Tanto en superficie como en altura se presenta un potente anticiclón europeo y una profunda depresión atlántica, dando lugar en superficie a un intenso flujo del S en el que isobaras e isohipsas adoptan posiciones meridianas.

Mientras la masa mT predomina en la mitad occidental de la Península donde las lluvias suelen ser abundantes, el origen africano de la cT afecta a la vertiente mediterránea y el cantábrico donde la temperatura alcanza valores muy superiores a los normales.

Su duración es de 3 a 5 días, muy poco frecuentes en nuestra región y de carácter invernal. Suelen evolucionar a situaciones de SO con una mayor inestabilidad si la borrasca atlántica se acerca.

#### 9. *Advección del Sudoeste* $\left[ \begin{array}{c} \mathbf{SW} \\ \mathbf{SW} \end{array} \right]$

Las extensas y profundas depresiones atlánticas de este tipo tienen su centro en el NO peninsular y con frecuencia se prolonga hacia el sur en forma de vaguada sobre el Atlántico y Portugal, con un anticiclón sobre el N de África.

La Península es invadida por la masa de aire mT de carácter cálido y húmedo del SW es responsable de algunos temporales de lluvias en el Guadalquivir. A pesar de su origen húmedo, cuando llega a nuestro territorio, ha sufrido un enfriamiento al desplazarse desde el SE y ha perdido una importante cantidad de humedad atravesando el Sistema Ibérico. Solamente cuando éstas masas son inestabilizadas por el paso de algún frente y se fuerza el ascenso al llegar a las Sierras Exteriores pueden originarse importantes precipitaciones.

Suelen durar de 3 a 6 días y son las más frecuentes de las advecciones de aire meridional aunque casi nunca se dan en los meses de Julio y Agosto.

### B) Situaciones no advectivas

#### 10. *Vaguada* $\left[ \begin{array}{c} \mathbf{V} \\ \text{---} \end{array} \right]$

Una extensa depresión que se traslada de W a E de las Islas Británicas se extiende en altura con profundos meandros hacia el S peninsular.

La forma clara de V de las isohipsas hacen que mientras el sector occidental de la Península se ve afectado por flujos marítimos procedentes del NW o W, la otra mitad peninsular se ve influenciada por los vientos del SW.



### 11. Baja $\left[ \frac{\mathbf{B}}{\mathbf{B}} \right]$

Se define una borrasca sobre la península, con un bajo índice de circulación visible tanto en superficie como en altura. Se trata en muchas ocasiones de borrascas relativas ya que en raras ocasiones presentan sistemas frontales pero que contienen embolsamientos de aire fríos en altura, la mayoría de los casos sobre los Pirineos. La mayoría de los casos no originan lluvias generalizadas, sino precipitaciones de carácter convectivo de reparto e intensidad desigual.

Su duración es de unos tres días siendo los meses de mayo y junio los de mayor frecuencia. A lo largo del periodo estival se produce un descenso de la frecuencia de aparición de esta situación hasta el mínimo de otoño e invierno.

Muchas de estas situaciones están precedidas de días de baja térmica, situación que evoluciona hacia una mayor inestabilidad en altura.

### 12. Baja térmica $\left[ \frac{\mathbf{A}}{\mathbf{b}} \right]$

En el mapa de superficie se observa una baja centrada en la Meseta Sur de la península. Cuando el Anticiclón de las Azores es muy potente, la baja no se desarrolla o se reduce a una vaguada. En altura una vaguada cuyo eje se orienta de NE a SW envía vientos del SW sobre la Península y mientras un extenso anticiclón se desarrolla sobre África en respuesta a esta depresión.

En ocasiones estas bajas térmicas se forman también sobre el Valle del Ebro y traen consigo altas temperaturas y escasez de precipitaciones con un descenso notable de las humedades relativas del aire. En ocasiones cuando la vaguada se desplaza hacia el E, el aire más frío a niveles altos sobre la Península, crea la inestabilidad necesaria para que se desarrollen las típicas tormentas de verano, principalmente a últimas horas de la tarde. En este caso la localización orográfica y la naturaleza del suelo ejercen un factor determinante.

La cT africana afecta a toda la península. En el Valle del Ebro, siguiendo su eje topográfico, predomina el viento de ESE-WNW llamado "bochorno". Estas situaciones son relativamente frecuentes de mayo a septiembre y pueden llegar a durar más de dos semanas.

### 13. Pantano barométrico $\left[ \frac{\mathbf{A}}{---} \right]$

La ausencia de gradiente barométrico sobre la Península es la principal característica, mientras en altura dominan las calmas.

La masa de aire que afecta a la Península normalmente es mT (sub), el tiempo es estable con tormentas ocasionales en el norte y la vertiente mediterránea.

Con una duración del 2 o tres días su presencia queda limitada a los meses estivales.

### 14. Anticiclón $\left[ \frac{\mathbf{A}}{\mathbf{A}} \right]$

El anticiclón de las Azores desplazado hacia el este ejerce su dinámica de subsidencia sobre toda la Península.

La masa de aire mT (sub), experimenta un paulatino enfriamiento y se convierte en una masa de aire fría y seca. Buen tiempo sobre toda la península con amplias oscilaciones diurnas de la temperatura y frecuentes heladas en el interior.

La estabilidad atmosférica determinada por la presencia de altas presiones también favorece los procesos de inversión térmica en las zonas deprimidas, donde el aire frío más pesado queda acumulado y pueden formarse nieblas en los meses de invernales.

Ésta ausencia de movimientos verticales de aire dificultan la formación de nubes, lo que se traduce en una fuerte insolación, alcanzando en los meses de julio y agosto temperaturas superiores a 30°, humedades relativas mínimas y una elevada evapotranspiración potencial en nuestra región.

El tiempo anticiclónico en nuestra región dominan la atmósfera en más de un tercio de ocasiones a lo largo del año, siendo los períodos primaverales los menos frecuentes. Si sumamos la ocurrencia de días de Anticiclón y días de Baja térmica sobre nuestra región obtenemos un 50 % para los meses de julio y agosto.

#### 15. Anticiclón térmico $\left[ \frac{\mathbf{B}}{\mathbf{A}} \right], \left[ \frac{---}{\mathbf{A}} \right]$

Anticiclón atlántico, centrado al suroeste de las Azores, se extiende en forma de cuña hacia el Mediterráneo, dando un flujo suave del NW o calmas sobre la península.

Aparece la masa mT (sub) , temperaturas suaves y oscilaciones diurnas en caso de vientos suaves y calmas. Predomina el buen tiempo con lloviznas ocasionales en el norte o levante, dependiendo de la extensión hacia el este del anticiclón.

Su duración suele ser de 5 a 10 días y se presenta en cualquier época del año menos en verano, que es sustituido por el anticiclón propiamente dicho y la baja térmica.

**ANEXO 9. Relación de incendios de superficie superior a 25 ha en el área de estudio**

Nº	FECHA INIC	ID MUNIC	MUNICIPIO	PROVINCIA	Nº PARTE	S. FOREST
1	10/09/1966	57	Rasal	Huesca	GV-32	60
2	19/08/1967	84	Anies/Bolea	Huesca	GU-21	200
3	29/09/1970	19	Navasa	Huesca		25
4	24/02/1971	19	Arascues	Huesca	GV-21-71	41
5	10/03/1971	193	Zuera*	Zaragoza		320
6	01/04/1973	19	Jaca	Huesca		25
7	01/08/1973	84	Bolea	Huesca	GV_21-72	410
8	20/08/1973	60	Caldearenas	Huesca		200
9	15/08/1974	47	Sos del Rey Católico	Zaragoza	SIN-8-74	85
10	31/07/1975	57	Las Peñas de Riglos	Huesca		750
11	05/08/1975	55	Longás	Huesca	SIN-14-75	1.475
12	13/09/1977	85	Nueno	Huesca	*	110
13	25/07/1978	102	Luna	Zaragoza	SIN-9-78	1.100
14	26/07/1978	76	Agüero	Zaragoza		27
15	30/08/1978	91	Loporzano	Huesca		800
16	19/09/1978	78	Castilliscar	Zaragoza	SIN-33-78	84
17	01/10/1978	91	Loporzano	Huesca		500
18	06/10/1978	85	Nueno/Arguís	Huesca		140
19	24/10/1978	19	Ara	Huesca		50
20	24/02/1979	77	Murillo de Gállego	Huesca	SIN-1-79	160
21	12/05/1979	102	Luna	Huesca	SIN-3-79	312
22	08/07/1979	193	Zuera	Zaragoza	SIN-9-79	697
23	06/04/1980	10	Sabiñanigo	Huesca		25
24	20/07/1980	40	Bailo	Huesca		60
25	20/07/1980	117	Ardisa/Murillo	Zaragoza	SIN-11-80	445
26	02/08/1980	10	Aineto	Huesca		4.189
27	03/08/1980	19	Jaca	Huesca		80
28	06/08/1980	47	Sos del Rey Católico	Zaragoza	SIN-21-80	210
29	07/08/1980	85	Nueno	Huesca		400
30	18/08/1980	78	Castilliscar	Zaragoza	SIN-35-80	40
31	22/08/1980	112	Igriés	Huesca		140
32	23/08/1980	79	Uncastillo	Zaragoza	SIN.37-80	88
33	07/09/1980	57	Las Peñas de Riglos	Huesca		220
34	11/09/1980	91	Loporzano	Huesca		50
35	12/09/1980	57	Las Peñas de Riglos	Huesca		230
36	18/02/1981	10	Sabiñanigo	Huesca	20-81	65
37	25/03/1981	91	Loporzano	Huesca	38-81	30
38	16/06/1981	85	Nueno	Huesca	49-81	50
39	08/07/1981	102	Luna	Zaragoza	SIN-18-81	45
40	13/07/1981	102	Luna	Zaragoza	SIN-24-81	1.115
41	15/07/1981	76	Agüero	Zaragoza		60
42	31/07/1981	57	Villalangua	Huesca	74-81	35
43	05/08/1981	85	Nueno	Huesca	78-81	190
44	06/08/1981	10	Ibort	Huesca	80-81	30
45	22/08/1981	68	Luesia	Zaragoza	SIN-46-81	40
46	26/08/1981	86	Sarsamarcuello	Huesca	88-81	110
47	30/08/1981	19	Sta Cruz de la Serós	Huesca	90-81	40
48	16/09/1981	19	Ara	Huesca	96-81	120
49	18/09/1981	19	Ara	Huesca	99-81	231
50	16/04/1982	85	Nueno	Huesca	17-82	40
51	24/04/1982	10	Laguarta	Huesca	19-82	606

52	08/03/1983	76	Agüero	Huesca	6_83	30
53	31/05/1983	40	Bailo	Huesca	13-83	100
54	21/07/1983	10	Güe	Huesca	22-83	80
55	21/07/1983	47	Sos del Rey Católico	Zaragoza	SIN-22-83	46
56	21/07/1983	193	Zuera	Zaragoza	SIN-20-83	25
57	30/07/1983	57	Villalangua	Huesca	50-83	420
58	30/07/1983	100	Asín	Zaragoza	SIN-28-83	2.000
59	08/10/1983	57	Las Peñas de Riglos	Huesca		200
60	24/04/1984	47	Sos del Rey Catolico*	Zaragoza	SIN-6-84	114
61	11/07/1984	47	Sos del Rey Catolico	Zaragoza	SIN-14-84	45
62	30/07/1984	85	Santolarieta	Huesca	27-84	200
63	31/07/1984	60	Caldearenas	Huesca	31-84	70
64	14/08/1984	10	Sabiñánigo	Huesca	48-84	27
65	14/08/1984	91	Loporzano	Huesca	49-84	45
66	17/09/1984	84	Loarre	Huesca	68-84	70
67	07/03/1985	84	Loarre	Huesca	10_85	25
68	14/03/1985	60	Anzánigo?	Huesca	18-85	50
69	24/07/1985	79	Uncastillo*	Zaragoza	SIN-17-85	75
70	26/07/1985	57	Riglos	Huesca	63-85	100
71	05/08/1985	57	Triste	Huesca	64-85	700
72	23/08/1985	60	Anzánigo	Huesca	75-85	1.050
73	15/09/1985	85	Belsue	Huesca		80
74	07/10/1985	40	Arres	Huesca	90-85	70
75	01/12/1985	47	Sos del Rey Catolico	Zaragoza	SIN-59-85	44
76	01/07/1986	193	Zuera	Zaragoza	SIN-11-86	587
77	15/07/1986	77	Murillo de Gállego	Zaragoza	SIN-14-86	80
78	30/07/1986	85	Belsue	Huesca	44-86	60
79	31/07/1986	60	Javierrelatre	Huesca		550
81	31/07/1986	85	Nocito	Huesca	41-86	2.260
80	31/07/1986	79	Uncastillo	Zaragoza	SIN-20-86	30
81	31/07/1986	85	Nocito	Huesca	41-86	2.260
82	06/08/1986	85	Nueno-Arguis	Huesca		800
83	19/08/1986	19	Bernués	Huesca	53-86	360
84	21/08/1986	57	Peñas de Riglos (Yeste)	Huesca	56-86	125
85	23/08/1986	85	Nueno (Nocito)	Huesca		80
86	24/08/1986	77	Murillo de Gallego	Zaragoza	SIN-26-86	454
87	25/08/1986	76	Agüero	Huesca	61-86	900
88	01/09/1986	99	Ayerbe	Huesca	63-86	75
89	04/09/1986	68	Luesia	Huesca		40
90	02/05/1987	19	Jaca	Huesca	12_87	60
91	16/08/1987	19	Badaguas	Huesca	28-87	27
92	16/08/1987	102	Luna	Zaragoza	SIN-35-87	380
93	22/03/1989	19	Jaca (Canias)	Huesca	35-89	60
94	18/07/1989	28	Undués deLerda	Zaragoza	SIN-89-89	120
95	29/08/1989	72	Biel/Fuencalderas	Zaragoza	SIN-125-89	110
96	02/03/1990	19	Abena	Huesca	9_90	63
97	17/05/1990	19	Ara	Huesca	32-90	35
98	13/07/1990	55	Longás	Zaragoza	SIN-45-90	415
99	29/07/1990	193	Zuera	Zaragoza	SIN-41-90	25
100	12/08/1990	40	Larues	Huesca	61-90	50
101	12/08/1990	40	Borres	Huesca	62-90	70
102	12/08/1990	57	Villalangua	Huesca	63-90	400
103	05/07/1991	99	Ayerbe	Huesca	14-91	300
104	10/07/1991	111	Apies	Huesca	15-91	350

105	17/07/1991	103	Loscorrales-Bolea	Huesca	24-91	200
106	03/08/1991	111	Apies	Huesca	46-91	110
107	28/08/1991	99	Ayerbe	Huesca	77-91	31
108	18/05/1992	60	Caldearenas - Nueno	Huesca	38-92	70
109	25/05/1992	91	Loporzano	Huesca	41-92	25
110	21/02/1993	57	Las Peñas de Riglos	Huesca	-	50
111	05/08/1993	10	Sabiñánigo (Ibirque)	Huesca	65-93	124
112	10/09/1993	85	Nueno	Huesca	95-93	35
113	23/01/1994	91	Loporzano	Huesca	1_94	60
114	28/01/1994	84	Bolea	Huesca	2_94	130
115	13/03/1994	91	Loporzano (Chibluco)	Huesca	-	25
117	16/07/1994	79	Uncastillo*	Zaragoza	SIN-70-94	8.648
116	04/07/1994	107	Biscarrués	Huesca	68-94	400
117	16/07/1994	79	Uncastillo*	Zaragoza	SIN-70-94	8.648
118	17/07/1994	77	Murillo de Gállego	Zaragoza	SIN-77-94	170
119	29/07/1994	239	Torres de Berre.-Tauste	Zaragoza	SIN-90-94	80
120	04/08/1994	102	Luna	Zaragoza	SIN-101-94	270
121	21/08/1994	40	Paternoy	Huesca	132-94	1.973
122	23/06/1995	193	Zuera*	Zaragoza	SIN-50-95	4.200
123	01/07/1995	102	Luna	Zaragoza	SIN-57-95	40
124	28/08/1995	91	Loporzano	Huesca	84-95	147
125	31/08/1995	85	Nueno	Huesca	87-95	30
126	01/08/1998	102	Luna-Murillo de Gállego	Zaragoza	SIN-58-98	52
127	05/08/1998	111	Huesca	Huesca	54-98	35
128	10/04/1999	84	Loarre	Huesca	53-99	30
129	25/08/2000	68	Luesia	Zaragoza	Nº 136-208	210
130	26/08/2000	10	Allué	Huesca	82-00	70
131	26/08/2000	10	Fablo	Huesca	94-00	127
132	26/08/2000	10	Fablo/Villacampa	Huesca	93-00	20
133	26/08/2000	10	Secorún	Huesca	97-00	643
134	26/08/2000	10	Güe	Huesca	99-00	72
135	26/08/2000	19	Baraguas	Huesca	92-00	35
136	26/08/2000	55	Longás-Villalangua	Zaragoza	Nº 139-208	357
137	28/07/2001	193	Zuera	Zaragoza	-	43
138	01/08/2001	19	Bernues	Huesca	44-01	320
139	01/08/2001	57	Riglos	Huesca	-	3.278
140	04/08/2001	19	Jaca	Huesca	52-01	89
141	11/08/2001	85	San Julián de Banzo	Huesca	-	55
142	03/02/2002	47	Sos del Rey Católico	Zaragoza	-	42
143	10/03/2002	19	Bernués	Huesca	18_02	36
144	17/05/2002	91	Loporzano	Huesca		96
145	24/07/2002	79	Uncastillo	Zaragoza		251
146	30/06/2003	107	Biscarrués	Huesca	44-03	180
147	29/07/2003	68	Luesia	Zaragoza		94
148	25/08/2003	91	Loporzano	Huesca	76-03	34
149	03/07/2004	47	Sos del Rey Católico	Zaragoza	-	37
150	01/09/2004	221	San Gregorio	Zaragoza	-	430
151	14/08/2005	102	Luna	Zaragoza	-	391
152	14/06/2006	79	Uncastillo	Zaragoza	-	129
153	14/06/2006	129	Ibieca	Huesca	38-06	278
154	15/06/2006	47	Sofuentes	Zaragoza	-	340
155	29/06/2006	19	Ara (Oroel)	Huesca	-	23
156	25/07/2006	187	Tauste	Zaragoza	-	47
157	25/07/2006	193	Zuera	Zaragoza	-	39

158	16/06/2007	111	Huesca	Huesca	11_07	137
159	01/08/2007	111	Apiés	Huesca	43-07	33
160	05/08/2008	193	Zuera	Zaragoza	-	3.200
161	18/08/2009	221	San Gregorio	Zaragoza	-	7.200

**ANEXO 10. ANEXO FOTOGRÁFICO**

***Loporzano\_01\_10\_1978***

***Panorámica desde el E.***

***Fuente: Elaboración propia***



***Loporzano\_30\_08\_1978***

***Panorámica desde el N.***

***Fuente: Elaboración propia***



***Apies\_10\_07\_1991***

***Panorámica desde el N.***

***Fuente: Elaboración propia***





***Rasal\_31\_07\_1975***

***Panorámica desde el E.***

***Fuente: Elaboración propia***



***Bernues\_01\_08\_2001***

***Panorámica desde el SE.***

***Fuente: Elaboración propia***



***Bernués\_10\_03\_2002***

***Panorámica desde el SE.***

***Fuente: Elaboración propia***



***Paternoy\_21\_08\_1994***

***Panorámica desde el S.***

***Fuente: Nacho Garcés***





***Larues\_12\_08\_1990***

***Panorámica desde el W.***

***Fuente: Elaboración propia***



***Longás-Villalangua\_12\_08\_1990***

***Longás\_26\_08\_2000***

***Panorámica desde el N.***

***Fuente: Elaboración propia***



***Villalangua\_30\_07\_1983***

***Panorámica desde el W.***

***Fuente: Elaboración propia***



***Uncastillo\_16\_07\_1994***

***Panorámica desde el E.***

***Fuente: Elaboración propia***



***Asín\_30\_07\_1983***

***Panorámica desde el S.***

***Fuente: Elaboración propia***



***Biscarrués\_04\_07\_1994***

***Biscarrués\_30\_06\_2003***

***Panorámica desde el W.***

***Fuente: Rubén Hernández***



***Murillo\_de\_Gállego\_17\_07\_1994***

***Panorámica desde el S.***

***Fuente: Elaboración propia***



***Murillo de Gállego\_24\_08\_1986***

***Panorámica desde el W.***

***Fuente: Elaboración propia***





***Riglos\_01\_08\_2001***

***Panorámica desde el S.***

***Fuente: Elaboración propia***



***Laguarda\_24\_04\_1982***

***Panorámica desde el S.***

***Fuente: Nacho Garcés***



***Zuera\_05\_08\_2008***

***Panorámica desde el SE.***

***Fuente: Elaboración propia***



***San Gregorio\_18\_08\_2009***

***Panorámica desde el W.***

***Fuente: Elaboración propia***

